

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

**EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA EM MODELOS ROBÓTICOS
COM UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE SLOGO NO ENSINO MÉDIO**

Saulo Furletti

Belo Horizonte

2010

Saulo Furletti

**EXPLORAÇÃO DE TÓPICOS DE MATEMÁTICA EM MODELOS ROBÓTICOS
COM UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE SLOGO NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao programa de
Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática
da Pontifícia Universidade Católica de Minas
Gerais como requisito parcial para obtenção do
título de Mestre em Ensino de Ciências e
Matemática

Orientador: Prof. Dr. Dimas Felipe de Miranda

Belo Horizonte

2010

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

F985e Furletti, Saulo
Exploração de tópicos de matemática em modelos robóticos com utilização do software Slogo no ensino médio. / Saulo Furletti. Belo Horizonte, 2010.
134f. : il.

Orientador: Dimas Felipe de Miranda
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

1. Matemática – Estudo e Ensino. 2. Material Didático. 3. Robótica. I.
Miranda, Dimas Felipe de. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

CDU: 51:37.02

Saulo Furletti

Exploração de tópicos de matemática em modelos robóticos com utilização do software Slogo no Ensino Médio

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

Prof. Dr. Dimas Felipe de Miranda (orientador) – PUC Minas

Prof. Dr. João Bosco Laudares – PUC Minas

Prof. Dr. Frederico da Silva Reis – UFOP

Belo Horizonte, 30 de julho de 2010

*A toda minha família
pelo constante incentivo aos meus estudos.*

AGRADECIMENTOS

A Deus por me ofertar condições para realização deste trabalho.

Ao Professor Dimas Felipe Miranda, pelos ricos conselhos, tranquilidade transmitida e por toda compreensão e paciência.

A todo corpo de professores do programa de Mestrado em Ensino de Matemática da PUC Minas.

À minha mãe que não me deixou desistir dos estudos, minha avó e tias que me apoiaram em vários momentos. Ao meu pai em memória pelo exemplo de integridade.

À Cynthia, minha adorável companheira, que compreendeu os meus momentos de ausência.

Ao Instituto Metodista Izabela Hendrix, incentivo e apoio nas pesquisas.

Aos meus alunos que foram parceiros importantes para o desenvolvimento da pesquisa.

Aos integrantes do GRUPINEM, os quais propiciaram discussões que reestruturaram concepções preexistentes.

Ao grupo de professores de matemática que participaram do Programa de Qualificação de Docentes e Ensino de Língua Portuguesa (CAPES/MEC) no Timor-Leste.

*Para o homem primitivo,
a noção de espaço era um mistério
incontrolável.*

*Para o homem da era tecnológica
é o tempo que tem esse papel.*

Marshall McLuhan (1911 - 1980)

RESUMO

Este trabalho aborda a construção de um dispositivo robótico programado em ambiente Logo como ferramenta exploratória de ensino de tópicos de matemática, no qual o controle é realizado pela interface POP1. Para o estudo e análise, são apresentadas de forma detalhada as etapas de construção de uma roda gigante e a exploração dos conceitos da lógica e estrutura de um algoritmo de programação, visando a modelagem de funções do primeiro e segundo graus, divididas em quatro atividades. A sustentação teórica educacional se sustenta na teoria construcionista, pressupostos de modelagem em sala de aula, orientações didático-pedagógicas legais e em concepções de aprendizagem com a robótica educacional. Para esta pesquisa elaborou-se uma sequência didática, que foi aplicada em um estudo piloto, sendo remodelada e reaplicada. Para a análise, utilizou-se da observação sistemática e da entrevista despadronizada focalizada, como ferramentas de coleta de dados complementares. O trabalho realizado aponta que a implementação da robótica educacional como auxiliar ao ensino de tópicos de matemática se apresenta de modo positivo, uma vez que a dinâmica desenvolvida nas atividades permite perceber no envolvimento dos participantes a motivação para realização das tarefas, destacando-se a abordagem de conceitos de matemática de forma natural e diretamente ligada à realidade construída pela roda gigante.

Palavras-chave: Robótica educacional. Ensino de Matemática. Sequência didática.

ABSTRACT

This work deals with the construction of a robotic device programmed in Logo environment as a exploratory tool for math teaching, which the control is performed by the interface POP1. For the study and analysis was presented the steps to building a Ferris wheel and the exploration of the concepts of logic and structure of a programming algorithm, aiming at modeling functions of the first and second grades, divided into four activities. The theoretical education support is found in constructionist theory, learning conceptions, modeling assumptions of, and on legal didactic teaching guidelines. The educational robotics is based in theories. For this research was elaborate a teaching sequence, which was applied in a pilot study, refurbished and re-applied latter. For the analysis, was used systematic observation and interviews without focused standardization, as tools of additional data collect, following the methodological guidelines. This work suggests that the implementation of educational robotics as an aid to the mathematical topics teaching has positives results, once the dynamic used in the activities helps us understand the involvement of the persons to perform the tasks highlighting the naturally approach to the math concepts that are directly linked to the reality constructed by the ferris wheel.

Keywords: robotic educational, education mathematics, teaching sequence.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Importância do trabalho	10
1.2 Delimitação do trabalho	12
1.3 Estrutura do trabalho.....	12
2 BASE TEÓRICA	14
2.1 Revisão bibliográfica	14
2.1.1 <i>Teses e dissertações – Robótica educacional no Brasil</i>	14
2.1.2 <i>Artigos - Aplicações da robótica educacional</i>	19
2.2 Teorias educacionais.....	22
2.2.1 <i>O Construcionismo</i>	23
2.2.2 <i>Caracterização de um Micromundo</i>	25
2.2.3 <i>Aprendizagem com uso da robótica educacional</i>	26
2.2.4 <i>“Design” na aprendizagem</i>	27
2.2.5 <i>Orientações do PCNEM e PCN+ de Matemática</i>	29
2.2.6 <i>Modelagem matemática na sala de aula</i>	30
3 TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO	33
3.1 Contextualização temporal.....	33
3.2 Novas tecnologias aplicadas à educação.....	34
3.3 Robótica.....	37
3.4 Robótica educacional.....	38
3.5 Linguagem LOGO e paradigmas de programação	39
3.6 Ambientes e interfaces de robótica educacional	41
3.7 Interfaces comercializadas	43
3.7.1 <i>RCX</i>	43
3.7.2 <i>NXT</i>	43
3.7.3 <i>Kit Pense e Movimento</i>	44
3.7.4 <i>Cyberbox</i>	46
3.7.5 <i>Kit X interface</i>	47
3.7.6 <i>Super Robby</i>	47
3.8 KIT POP1	48

3.8.1 Interface.....	49
3.8.2 Servomotor.....	50
3.8.3 Sensores.....	50
3.8.4 Programa Monitor Interface.....	52
3.8.5 Controle pelo software SuperLogo.....	53
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	56
4.1 Caracterização do universo.....	56
4.2 Coleta de dados	57
4.3 Sequência didática.....	57
4.4 Estudo Piloto.....	58
5 ATIVIDADES	62
5.1 Atividade 01 – Montagem da roda gigante.....	62
5.1.1 <i>Objetivos</i>	63
5.1.2 <i>Descrição</i>	63
5.1.3 <i>Análise da aplicação</i>	63
5.2 Atividade 02 – Programação.....	65
5.2.1 <i>Objetivos</i>	66
5.2.2 <i>Descrição</i>	66
5.2.3 <i>Análise da aplicação</i>	67
5.3 Atividade 03 – Estudando funções do 1º grau com a roda gigante.....	72
5.3.1 <i>Objetivos</i>	73
5.3.2 <i>Descrição</i>	73
5.3.3 <i>Análise da atividade</i>	74
5.4 Atividade 04 – Estudando funções do 2º grau com a roda gigante.....	83
5.4.1 <i>Objetivos</i>	84
5.4.2 <i>Descrição</i> :	84
5.4.3 <i>Análise da aplicação</i>	85
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
REFERÊNCIAS	93
APÊNDICE.....	98

1 INTRODUÇÃO

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 fusão 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.

1.1 *Importância do trabalho*

A importância do trabalho fundamenta-se na busca de situações para 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 com 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 inerentes, configurando assim uma participação mais ativa do aluno.

Segundo os pressupostos de Zilli (2006), 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 a necessidade de experimentação para as aulas de matemática.

Espera-se, então, realizar essas contribuições ao processo de ensino e aprendizagem. Para isso, este trabalho tem como tema principal a exploração de tópicos matemáticos em modelos robóticos com utilização da linguagem LOGO no Ensino Médio. Nesse sentido, propõe responder ao seguinte questionamento: 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, esta pesquisa delimita como objetivo verificar as possibilidades da utilização de modelos robóticos construídos com materiais de baixo custo, controlados pelo software Slogo e suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos. Para o desenvolvimento da pesquisa 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 o trabalho apresenta, como foco específico, os itens abaixo:

- Construir modelos robóticos baseando-se em conceitos geométricos e de atividade de design¹.
- Explorar tópicos matemáticos do Ensino Médio ao manipular modelos robóticos.
- Utilizar o software Slogo para a estrutura de algoritmos de controle dos modelos robóticos.

¹ Segundo 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.

1.2 Delimitação do trabalho

O estudo limita-se a analisar a construção da roda gigante, considerando-a um artefato robótico com caráter pedagógico, que utiliza apenas um motor, controlado pela interface POP1. Com isso, pretende-se abordar questões elementares de matemática, direcionadas a alunos do segundo ano do Ensino Médio.

1.3 Estrutura do trabalho

Esta dissertação apresenta fundamentos teóricos relacionados à relevância da utilização da robótica educacional como ferramenta motivadora e de construção de conhecimentos matemáticos contextualizados. Está organizada em seis capítulos.

O primeiro capítulo é constituído por esta introdução, a qual discorre de modo breve sobre os pontos mais relevantes do corpo do trabalho, e busca ambientar o leitor sobre a proposta principal.

O segundo capítulo, denominado base teórica, apresenta uma revisão, de forma cronológica, da bibliografia pertinente ao tema e busca os pilares para a fundamentação teórica educacional e as atuais exigências curriculares para o ensino de matemática.

O terceiro capítulo, tecnologia na educação, descreve a inserção da tecnologia no Brasil, as novas relações educacionais criadas a partir da sua utilização. Discorre sobre robótica educacional e os principais elementos disponíveis que a agregam, e realiza uma análise mais detalhada na interface de controle utilizada neste trabalho.

O capítulo quatro apresenta os procedimentos metodológicos adotados para a validação do trabalho.

O quinto capítulo apresenta cada uma das atividades realizadas pelos alunos, informando os objetivos, uma descrição detalhada de cada tópico e por último a análise de aplicação.

O último capítulo, as considerações finais, é o local onde o autor relata as observações mais relevantes, as ideias mais evidentes durante o estudo e realiza

apontamentos para as possíveis pesquisas que abordem o tema robótica educacional e o processo de ensino de matemática.

2 BASE TEÓRICA

O suporte teórico deste trabalho trilha no primeiro momento o caminho de um estudo de algumas obras publicadas que realizam referências à robótica educacional aplicadas diretamente ao ensino e no segundo momento discutem-se as teorias, orientações e práticas que fundamentam a sua utilização como ferramenta de ensino de conceitos matemáticos.

2.1 Revisão bibliográfica

Busca-se um breve levantamento de dissertações e teses defendidas no Brasil que apresentam como tema a robótica educacional, sendo pontuadas as principais características.

2.1.1 Teses e dissertações – Robótica educacional no Brasil

Um dos pioneiros que aborda na sua dissertação o tema robótica educacional no Brasil é D'abreu (1994), que produz o trabalho “Construção de um traçador gráfico para fins educacionais” apresentado na Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, onde descreve a construção e a utilização do traçador gráfico em um ambiente de aprendizagem baseado no computador e com isso realiza atividades de estudo de ângulos, estudo de funções, comparações e programação. O dispositivo foi interfaceado por computadores da linha MSX, usando a linguagem LOGO, sendo implementado e avaliado em escolas públicas na época de 1º e 2º graus. Como fundamentação teórica podemos destacar Papert, Valente e Baba (1989). O dispositivo desenvolvido se mostrou robusto, e de fácil manuseio, capaz de atender à demanda de utilização de uma sala de aula, sendo assim uma boa ferramenta para enriquecer e tornar criativo o ambiente de aprendizagem

Marco Túlio Chella, orientando do Dr. D'abreu, defende em 2002, na Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, a dissertação “Ambiente de robótica para aplicações educacionais com SuperLogo”. O trabalho apresenta a

implementação de dispositivos de hardware e módulos de programas que integrados à linguagem de programação SuperLogo criam condições para o desenvolvimento de atividades de montagem e controle de dispositivos. A fundamentação teórica é apoiada na teoria construtivista de Piaget e na construcionista de Papert.

Ortolan (2003) apresenta a dissertação “Robótica educacional: uma experiência construtiva”, na Universidade Federal de Santa Catarina, onde busca compreender a real possibilidade de implementar uma ferramenta altamente tecnológica, sem isso desvincular da educação escolar a responsabilidade de formar um cidadão crítico e socialmente participativo. Pesquisa-se o processo de implantação da robótica educacional no colégio Harpa na cidade de Cascavel (PR), utilizando o ROBOLAB para controle dos dispositivos robóticos.

O trabalho fundamenta-se na teoria construcionista. É constatado que a robótica educacional propicia o uso efetivo da informática conectada aos conteúdos curriculares, colocando o aluno como construtor de sua aprendizagem, e a programação dos dispositivos pode ser realizada de forma simples e adaptada à realidade de cada faixa etária.

Em 2004, Zilli apresenta na Universidade Federal de Santa Catarina a dissertação “A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática”, afirmando que a robótica educacional é um instrumento potencial para o estudante desenvolver as habilidades para o trabalho de pesquisa, a capacidade crítica, o senso do saber, a resolução de problemas e o raciocínio lógico. Com isso, o objetivo do trabalho é a análise dessa ferramenta como recurso pedagógico nas escolas particulares e públicas do Ensino Fundamental em Curitiba.

A sustentação teórica para o desenvolvimento deste trabalho se apoia nas teorias de Papert, Piaget, Perrenoud e Gardner. A conclusão aponta positivamente para o uso da robótica educacional, destacando-a como uma poderosa ferramenta pedagógica no processo de ensino aprendizagem, porém pontua que poucas escolas utilizam essa ferramenta como recurso pedagógico e o maior desafio para implementação é a adequação do currículo e o preparo do professor, que deverá ter o papel de mediador/facilitador do processo.

Rocha no ano 2006 apresenta no CEFET-MINAS, baseado na teoria construcionista de Papert, a dissertação “Utilização da robótica pedagógica no processo de ensino-aprendizagem de programação de computadores”. Esse trabalho foi direcionado ao curso superior de Sistema de Informação e buscou

respostas para as questões: “Quais os efeitos da introdução da robótica pedagógica em disciplinas de programação de computadores?”, “Quais as abordagens metodológicas desejáveis na aplicação da robótica pedagógica?” e “Qual o papel do professor neste processo?”. Segundo o autor, o trabalho contribuiu para a melhoria da qualidade de ensino através das propostas apresentadas.

Labegalini (2007) apresenta, na Pontifícia Universidade Católica do Paraná, a dissertação “A construção da prática pedagógica do professor: o uso do Lego/Robótica na sala de aula”. O trabalho leva em consideração as particularidades de cada instituição escolar e competências dos professores. Busca verificar em que medida as sugestões da *Revista de educação tecnológica ZOOM* são utilizadas em sala de aula.

O ambiente pesquisado é uma escola da rede municipal de Curitiba que possui a revista desde 2003. Segundo dados da administração municipal, a capacitação de aproximadamente 7 mil professores não garantiu a implementação da proposta. Nesse aspecto a pesquisa busca identificar os fatores que implicaram para a não implementação total da proposta. Sua base teórica principal está ligada à Papert e Zilli. O autor conclui que as revistas apresentam como barreira à utilização o tipo de letra, a quantidade reduzida de exemplares nas escolas, a necessidade de tempo para utilização e planejamento das atividades, mesmo sendo constatado que o conteúdo pedagógico contido na revista pode favorecer o processo de ensino aprendizagem. Destaca, ainda, que para a prática de Lego/Robótica é necessária a integração de professores, alunos, monitores e administração.

Na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Fortes (2007) apresenta o trabalho “Interpretação de gráficos de velocidade em um ambiente robótico”, baseado na teoria construcionista de Papert. Esse trabalho busca investigar o impacto de um ambiente robótico nas estratégias e representações utilizadas na interpretação de gráficos que relacionam as grandezas distância, tempo e velocidade, por estudantes do último ano do Ensino Fundamental e do primeiro ano do Ensino Médio, em uma escola privada da cidade de São Bernardo do Campo.

Ao término da pesquisa a autora descreve que as dificuldades na interpretação de gráficos também existiram quando observados em um ambiente robótico. Porém ressalta que esse ambiente proporciona oportunidade para criar conexões entre diversas representações.

Gonçalves (2007) apresenta a dissertação “Protótipo de um robô móvel de baixo custo para uso educacional” na Universidade Estadual do Maringá, com a proposta de construção de um dispositivo robótico utilizando a placa GoGo² com componentes de baixo custo e sucata eletrônica, tendo por objetivo contribuir no estudo e pesquisa de ferramentas tecnológicas que podem ser implementadas no ambiente de ensino e aprendizagem. Foi destacada pelo autor a necessidade de conhecimentos técnicos de eletrônica e a ausência de informações em língua portuguesa para iniciantes; mesmo assim a proposta se mostra uma poderosa ferramenta educacional.

Oliveira (2008b) em sua tese de doutorado intitulada “Robótica como interface da tomada de consciência da ação e do conhecimento do objeto, através da metacognição como propulsora da produção do conhecimento”, defendida na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, fundamenta-se nas teorias de Piaget, Paper e Vygotsky, e aborda em seu trabalho como as crianças realizam a construção do conceito de robótica, como elas explicam esse conceito, e o que aprendem com isso. Conclui que a robótica educacional se revela rica no aspecto da relação sujeito-objeto.

Lopes (2008) submete à Universidade Federal do Rio Grande Sul a tese de doutorado “A exploração de modelos robóticos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional”, fundamentando-se nas teorias de Papert e Piaget. O autor afirma que a criatividade pode ser uma função da mente humana, e a partir disso levanta uma questão genérica: Como a exploração de modelos pode provocar condutas cognitivas que deem suporte às construções criativas? Abordando diretamente a robótica educacional emergem mais duas questões, que são: Como garantir que os projetos de robótica educacional possam estar a serviço da promoção da criatividade e da descoberta? E o que é preciso para que o sujeito se aproprie de novos modelos e seja capaz de produzir construções criativas? Para o desenvolvimento da pesquisa foram realizados diversos projetos com alunos do Ensino Fundamental.

Como conclusão, o autor destaca a importância do “fazer” no processo de ensino e aprendizagem, afirmando que as construções de seus sujeitos foram criativas. Aos questionamentos específicos sobre robótica o autor apresenta que não

² Placa programável desenvolvida pelo MIT que possui como diferencial a simplicidade no projeto, baixo custo e código e projetos abertos ao usuário (GONÇALVES 2007 *apud* GOGO, 2007).

basta a apresentação de problemas contextualizados, é importante a proposição de questões por parte dos envolvidos (aprendizes), pois permite aos sujeitos orientarem suas ações com um elevado grau de significação dos problemas que surgem ao longo da modelagem.

Curcio (2008) apresenta no Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC) em parceria com o Instituto de Engenharia do Paraná a dissertação “Proposta de método de robótica educacional de baixo custo”, com base teórica educacional apoiada nos pressupostos de Papert. Apresenta a robótica educacional utilizando interface de baixo custo, sucatas, materiais alternativos, recicláveis, para a construção de modelos tridimensionais controlados pelo computador por softwares livres, como uma ferramenta facilitadora do ensino e aprendizagem. A autora apresenta como potenciais da robótica educacional o desenvolvimento de habilidades e competências, a capacidade crítica, a resolução de problemas e o raciocínio lógico. Destaca em sua conclusão que o estudo desenvolvido possui aceitação dentro das escolas e requer a realização de formação continuada para uso de novas tecnologias na educação, reestruturação da grade curricular inserindo a robótica educacional, dimensionamento adequado para aquisição de material tecnológico preferencialmente livre e de baixo custo e, por último, o incentivo das instituições à elaboração de projetos que envolvam a comunidade e novas tecnologias, em particular a robótica educacional.

Maliuk (2009) defende, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, a dissertação “Robótica educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática”, com fundamentação teórica-prática nos pressupostos de Ole Skovsmose. O trabalho apresenta a experiência da autora com robótica nas aulas de matemática no Ensino Fundamental e aborda o cenário de investigação paralelo à sala de aula tradicional em atividades práticas que envolvem conceitos matemáticos e a robótica educacional. É destacada a necessidade de mudança na postura do professor para implementação da proposta e a apresentação de possibilidade de experiências futuras.

Com esse levantamento é possível inferir que, durante o período estudado, as ações que abordam robótica educacional se mostram de forma isolada nas instituições de ensino. Não é possível identificar a inserção explícita dessas ações nas orientações curriculares das instituições educacionais, mesmo estando

presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais, quando mencionam a utilização de propostas inovadoras.

Observa-se também que as conclusões ou resultados obtidos com as pesquisas dos autores citados, em sua maioria, apontam que a robótica educacional é uma poderosa ferramenta auxiliar no ensino e aprendizagem de conteúdos nas mais diversas áreas do conhecimento.

2.1.2 Artigos - Aplicações da robótica educacional

Em complementação, realiza-se agora um breve estudo apenas de artigos que lançam mão da robótica educacional como ferramenta aplicável diretamente às matérias e ou conceitos curriculares. Os quadros a seguir apresentam uma síntese desses artigos:

Título: A robótica educacional e suas tecnologias possibilitando a aprendizagem das ciências em sala de aula	
Autores: Moraes, Laurino, Machado (s.d.)	Área de conhecimento: Ensino Ciências
Público: Alunos do 8 ano do Ensino Fundamental	Instituição agregada: Colégio Salesiano Leão XIII (Rio Grande/RS-Brasil)
Objetivos: Analisar o uso da robótica educacional e sua contribuição para o conhecimento da ciência, desenvolvendo o raciocínio lógico nas aprendizagens em sala de aula.	
Conceitos abordados: Relações entre as massas de objetos e equação de primeiro grau.	

Título: Viajando com robots na aula de Matemática	
Autores: Fernandes, Fermé e Oliveira (s.d)	Área de conhecimento: Ensino Matemática
Público: Alunos do 8º ano do sistema de ensino português - Projeto DROIDE	Instituição agregada: Universidade da Madeira UMA - Portugal
Objetivos: Criar, implementar e analisar problemas para serem resolvidos, nas aulas de matemática e informática, usando robôs.	
Conceitos abordados: Funções - gráficos de deslocamento e proporcionalidade.	

Título: Aprendendo Matemática com robótica	
Autores: Fagundes, Pompemayer, Jardim e Basso (2005)	Área de conhecimento: Ensino Matemática e Física
Público: Alunos de 6 ^o e 7 ^o anos do Ensino fundamental - Colégio de aplicação - Projeto Amora	Instituição agregada: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, apresentado no VI Ciclo de Palestras sobre Novas Tecnologias na Educação em Porto Alegre.
Objetivos: Favorecer reflexões nos alunos sobre conteúdos expostos de forma algébrica e geométrica dos mecanismos e das formas de movimento, utilizando a robótica educacional e incentivando a criatividade e o livre raciocínio.	
Conceitos abordados: Introdução à geometria, ângulos, frações, números inteiros, transmissão de movimento, alavanca, tensão, rigidez, flexibilidade, programação e raciocínio lógico.	

Título: Possibilidades da robótica educacional para a educação matemática	
Autor: Almeida (2007)	Área de conhecimento: Ensino Matemática
Público: Ensino Fundamental e Médio	Instituição agregada: Secretaria Estadual de Educação do Paraná.
Objetivos: Elaborar uma sequência de atividades relacionando Robótica educacional e Educação Matemática utilizando a linguagem LOGO na construção de um carrinho-robô.	
Conceitos abordados: Poliedros, polígonos, áreas, volumes e ângulos.	

Título: O uso de tecnologia no Colégio Rio Branco. Novas práticas delineando novos caminhos – Artigo do livro “A Tecnologia Transformando a Educação Casos de Aplicação”.	
Autores: Macedo e Santos (2007, p.140-160), Coordenadores Marcuso, Brito e Telles	Área de conhecimento: Ensino Física
Público: Alunos do 1 ^o ano do Ensino Médio	Instituição agregada: Colégio Rio Branco
Objetivos: Construção do conhecimento de Física mediado pelo computador utilizando a robótica para controle dos dispositivos construídos.	
Conceitos abordados: Massa, força, peso, grandezas vetoriais, velocidade média, movimento retilíneo uniforme (MRU), movimento uniformemente variado (MUV), movimento circular uniforme, teorema do impulso, plano inclinado, força de atrito.	

Título: Experimentação com Robótica Educativa no Ensino Médio: ambiente, atividades e resultados.	
Autores: Benitti, Vahldick, Urban, Krueger, Halma (2009, p.1811-1820)	Área de conhecimento: Ensino Matemática e Geografia
Público: Alunos do 1º ano do Ensino Médio	Instituição agregada: Universidade Regional de Blumenau (FURB) e Universiteit Van Amsterdam.
Objetivos: permitir aos alunos do Ensino Médio realizar atividades de robótica visando aplicar conceitos relacionados à Matemática, Geografia e programação de computadores.	
Conceitos abordados: Pontos cardeais, plano cartesiano, leitura de mapa e lógica de programação.	

Título: A Aprendizagem da Física no Ensino Fundamental em um Ambiente de Robótica Educacional	
Autores: Santos e Menezes (2005)	Área de conhecimento: Ensino Física
Público: Alunos do 9º ano do Ensino Fundamental	Instituição agregada: Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) – Artigo apresentado no XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação.
Objetivos: observar como ocorre a tomada de consciência dos conceitos de Física introduzidos nesta série, a partir de atividades experimentais e teóricas, baseadas em desafios e apoiadas em um ambiente de Robótica Educacional.	
Conceitos abordados: Velocidade, espaço, tempo, atrito, força, relação de engrenagens, peso, aceleração, energia potencial e energia mecânica.	

Título: Introdução à Robótica Educativa na Instituição Escolar para alunos do Ensino Fundamental da disciplina de Língua Espanhola através das Novas Tecnologias de Aprendizagem	
Autores: Schons, Primaz, Wirth (2004)	Área de conhecimento: Ensino Espanhol
Público: Alunos do 2º e 3º anos do Ensino Médio	Instituição agregada: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) – Artigo apresentado no I WorkComp – Sul (UNISUL)
Objetivos: Aplicar e verbalizar, na prática, conhecimentos adquiridos na disciplina de Espanhol; Estimular a criatividade e inteligência através de um novo método educativo.	
Conceitos abordados: Desenvolvimento de vocabulário (cores, árvore genealógica e profissões)	

Título: Uma Proposta Construtivista na Aprendizagem dos conceitos da Física com o auxílio da Robótica Educacional	
Autores: Romão e Sacchelli (2009)	Área de conhecimento: Ensino Física
Público: Alunos do 2º e 3º anos do Ensino Médio	Instituição agregada: Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE) – Apresentado no VIII Seminário de Informática de Torres - RS.
Objetivos: Discutir e propor o uso da teoria construtivista no ensino dos conceitos da física com o auxílio da robótica educacional.	
Conceitos abordados: Velocidade, queda livre e movimento oblíquo.	

Vale destacar ainda o projeto Robolab, ambiente de Robótica Educativa do Departamento de Sistemas e Computação da FURB, que visa contribuir na formação científico-tecnológica de estudantes da região de Blumenau. Esse ambiente disponibiliza o RoboMind, que é um software de programação de robôs inspirado na linguagem LOGO e apresenta diversas atividades que relacionam a robótica educacional com diversos conteúdos do Ensino Fundamental, Médio e Superior.

Após esse levantamento é possível tecer afirmações que colocam a robótica educacional como um recurso tecnológico com potencial para ser utilizado como ferramenta de ensino aplicada aos conteúdos de diversas áreas do conhecimento.

2.2 Teorias educacionais

Apoiando-se nas pesquisas já realizadas na área de robótica educacional em levantamento feito na revisão bibliográfica, é possível inferir que a teoria construcionista é capaz oferecer subsídios teóricos importantes para sustentação deste trabalho.

Em complementação, por abordar a construção de um artefato robótico – roda gigante –, optou-se em agregar as concepções de micromundo, aprendizagem por meio da robótica educacional e modelagem matemática em sala de aula. Além disso, busca-se também quais são as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais que justificam a necessidade e importância da inserção de propostas inovadoras, nas práticas escolares.

2.2.1 O Construcionismo

Segundo Papert (1985), o suporte teórico para o desenvolvimento de sua teoria é encontrado nas concepções piagentianas, na teoria computacional e na inteligência artificial. É importante ressaltar que não busca suporte unicamente nos estágios de desenvolvimento cognitivo de Piaget, e sim como as suas ideias contribuem para o desenvolvimento da aprendizagem.

Situa que os estudos de Piaget se prendem às observações sobre como as crianças desenvolvem estruturas intelectuais coerentes, possuindo correspondência às estruturas-mães, que consistem em conceitos elementares que se inter-relacionam, designados como: os de ordem, topologia, aritmética, álgebra e outros.

Cada estrutura mostra uma coerência na vida da criança, apresentando-se de forma independente. Porém o aprendizado dessas estruturas-mães ocorre de modo paralelo, compartilhando um mesmo formalismo, e assim apoiando-se mutuamente. A aprendizagem de cada uma facilita a aprendizagem das outras. (PAPERT, 1985, p.193)

Com isso, Piaget concentra seus estudos na busca de explicação do desenvolvimento do conhecimento em relação a um conjunto de estruturas com leis próprias, relacionando com os processos mentais das crianças, e afirma que as estruturas internalizadas interagem com o mundo exterior. Sendo, assim, uma sólida moldura para entender os pensamentos das crianças nos diferentes níveis de desenvolvimento cognitivo (ACKERMANN, 2008, p.1).

Com esse referencial, Papert aborda as relações de forma intervencionista, concentrando-se aos objetivos educacionais. Enfatiza duas dimensões:

[...] interesse em estruturas intelectuais que poderiam se desenvolver, em oposição às que realmente se desenvolvem presentemente nas crianças, e o planejamento de ambientes educacionais que estivessem em consonância com aquelas estruturas. (PAPERT, 1985, p.193)

A essa abordagem Papert denomina de construcionismo. Com isso, desenvolve um ambiente de programação, com linguagem mnemônica, de fácil entendimento, o qual inicialmente possuía um dispositivo mecânico com um lápis adaptado a uma de suas extremidades. Esse dispositivo com o avanço é transferido como um objeto controlável para a tela do computador. Com esse equipamento/ambiente é possível desenvolver um conjunto de ideias matemáticas

inerentes às crianças. Esse contexto estabelece um objeto transacional, pois insere a criança em um ambiente no qual a instrução formal pode ser testada, discutida e validada, destacando-se ainda o contato dos conceitos trabalhados com as ideias preexistentes na criança.

O Construcionismo é uma filosofia de uma família de filosofias educacionais que não põe em dúvida o valor da instrução como tal, pois seria uma tolice: mesmo a afirmativa (endossada, quando não originada, por Piaget) de que cada ato de ensino priva a criança de uma oportunidade para a descoberta, não é um imperativo categórico contra ensinar, mas um lembrete expresso em uma maneira paradoxal para manter o ensino sob controle. (PAPERT, 2008, p.134)

Segundo Ackermann (2008, p.6), o construcionismo tem em foco como o conhecimento é formado e transformado dentro de contextos específicos, modelados e expressados por diferentes meios, e processados na mente de diferentes indivíduos, atrelando às dinâmicas das mudanças cognitivas. De acordo com Papert (2008, p.135), a educação tradicional codifica o conhecimento e informa à criança apenas o necessário, já o construcionismo parte da suposição de que as crianças devem buscar o conhecimento específico que necessitam por si só, sendo subsidiadas pela educação formal ou instrução, mas com a garantia de que estarão sendo apoiadas moral, psicológica, material e intelectualmente em seus próprios esforços.

Para isso leva-se em consideração a realização de tarefas, a construção de objetos, físicos ou virtuais, sendo uma maneira para interpretar como as ideias se formam e se transformam influenciadas pelo meio. Isso faz com que o conhecimento seja situado pela criança, caracterizando-se um aspecto relevante na teoria de Papert.

As crianças, segundo Papert (1988, p.20) são aprendizes inatas, construtoras de seu próprio conhecimento, caracterizando um “aprendizado sem ensino”. Como exemplo temos a aprendizagem da fala, da geometria para deslocamento, da lógica e da retórica para convívio em sociedade. Afirma, que qualquer coisa é simples de aprender se a pessoa consegue incorporá-la ao seu arsenal de modelos.

A partir disto emerge o seguinte questionamento: por que para a aprendizagem de alguns conceitos é necessária a utilização de instrução formal? A resposta apresentada por Papert coloca a criança “como um construtor”, ou seja, a instrução formal fornece os “conteúdos” necessários para a construção e

reestruturação dos conhecimentos preexistentes. A velocidade em que essa construção é feita está fortemente ligada à quantidade de materiais (“conteúdos”) acessíveis e à sua utilização de maneira eficaz.

No caso da matemática formal há tanto uma falta de materiais formais quanto um bloqueio cultural. A “Matofobia³”, endêmica à cultura contemporânea, impede muitas pessoas de aprenderem qualquer coisa que reconheçam como “matemática”, embora elas não tenham dificuldade com o conhecimento matemático quando não o percebem como tal. (PAPERT, 1988, p.21).

Uma grande parte dos currículos escolares contribui para um ensino de Matemática que privilegia um padrão dissociado de aprendizagem por parte dos alunos. Algumas causas podem ser relacionadas ao fato de que muitos conceitos matemáticos são inicialmente abordados de uma forma “conteudista” e sem aplicações, o que resulta, em geral, em falta de motivação dos alunos e dificuldades na aprendizagem, especialmente quando há um excesso de pré-requisitos para a construção de conceitos.

2.2.2 Caracterização de um Micromundo

Segundo Rezende (2004, p.53), a ideia de micromundo, introduzida por Papert, é um ambiente onde o aluno gerencia seu próprio aprendizado. Esse ambiente deve possuir atividades autênticas e uma diversidade de objetos, que por meio de ações os aprendizes realizem construções de projetos concretos, privilegiando a flexibilidade de pensamento e interpretação múltipla dos resultados. Seu formato contempla a qualidade no diálogo entre aprendiz-professor e aprendiz-aprendiz e não apresenta estrutura rígida.

Para Papert (1988, p.25), o micromundo deve ser constituído por “objetos de pensar” e “objetos de pensar com”. Esses objetos devem estar ao alcance dos estudantes, possibilitando aprendizagem relevante e a exploração de concepções.

Os objetos destacados por Papert são abordados no trabalho como um conjunto de equipamentos e materiais que permitem a construção de experimentos e artefatos controláveis por linguagem de programação.

³ Caracteriza o medo da matemática e pelo aprendizado da matemática.

Tal ambiente, de acordo com Ackermann (2006, p.4), oferece uma estreita ligação entre experiência direta, que consiste em construção do real, exploração, “botar a mão na massa”, e experiência mediada, que é a habilidade para suspender-se da realidade e realizar experimentações cognitivas impossíveis no mundo real.

2.2.3 Aprendizagem com uso da robótica educacional

Segundo Valente e Canhette (1993), existe no ensino tradicional um privilégio das atividades de aprendizagem por assimilação de idéias e conceitos, que em sua maioria são desvinculados do mundo real, tendo em vista que é ensinada uma série de fórmulas sem a devida conexão com a realidade, resultando no sentimento de inutilidade desses conceitos.

Não há o que justifique memorizar conhecimentos cujo acesso é facilitado pela moderna tecnologia. O que se deseja é que os estudantes desenvolvam competências básicas que lhes permitam desenvolver a capacidade de continuar aprendendo. (BRASIL, 2000a, p.14)

A robótica educacional ao reproduzir com certa fidelidade os problemas do dia-a-dia propicia um contexto mais significativo e motivador. De acordo com Fortes (2007, p.24), ela cria um ambiente interativo de ensino ao estabelecer diversas atividades, integrando conceitos matemáticos com fenômenos físicos, sensores, motores e programação.

Esses aspectos transmitem à robótica educacional um potencial para minimizar a desmotivação no ensino tradicional.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais no Ensino Médio, a aprendizagem na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias indica a compreensão e a utilização dos conhecimentos científicos para explicar o funcionamento do mundo, bem como planejar, executar e avaliar as ações de intervenção na realidade. Nesse contexto, a robótica educacional se destaca como um poderoso recurso a ser utilizado na resolução de problemas ou desenvolvimento de experimentos.

Valente e Canhette (1993) alertam para não tornar esse recurso uma simples aplicação de conceitos, pois quando isso acontece existe um controle demasiadamente grande dos aspectos que o circundam, deixando-o extremamente

artificial. Selecionar problemas interessantes e motivadores é uma tarefa árdua para professores. Para atenuar isso a robótica educacional possibilita aos aprendizes a escolha de seus problemas e projetos, apresentando a característica de construção manual envolvendo ideias de engenharia e “design”, com uma visão construcionista. É importante ressaltar que nessa abordagem o professor passa a ser um facilitador e esclarecedor de limitações e possibilidades.

Os mesmos autores destacam os tipos de aprendizagem oferecidos com a utilização da robótica educacional, que são: “a aprendizagem de conceitos”, que ocorre durante o processo de construção onde aprendiz utiliza conceitos de áreas distintas, Matemática, Física, Engenharia, programação, etc., e verifica as suas aplicabilidades em situações práticas reais. “Aprendizagem de design e de engenharia”, caracterizada pela construção da roda gigante capaz realizar as principais funções, sendo assim, uma réplica de um objeto real. Para isso ocorrer o modelo tem na sua parte mecânica e computacional um tratamento ligado à área de engenharia, e na sua aparência exterior é necessária a aplicação de conceitos de design. E por último a “Aprendizagem através do design”, pois a Robótica educacional cria um contexto propício à aprendizagem através da forma física dos modelos construídos e dos programas em linguagem LOGO para controle e da exploração de conceitos matemáticos.

2.2.4 “Design” na aprendizagem

Segundo Sutherland (2009), o design é de grande valia para o processo de ensino aprendizagem. Neste trabalho o termo “design” segue a interpretação de Valente e Canhette (1993, p.66), com características de planejamento, projeto, planificação, criação, desenho e esboço, o que é exemplificado no trabalho de construção de objetos concretos. É também afirmado pelos autores que design é o que fazemos quando resolvemos problemas.

Porém, tem por característica não apresentar o objetivo a ser alcançado bem definido, não fica claro qual é a resposta mais adequada para o problema. Como o modelo a ser construído é influenciado pelo meio, algumas ideias ou soluções não podem ser realizadas.

Nessa atividade a definição do problema é parte da solução, que é alcançada utilizando heurísticas de acordo com a dinâmica da atividade, não ficando explícita durante a elaboração/solução a divisão do problema em partes.

E, por último, com todas essas possibilidades de caminhos a serem percorridos de acordo com os interesses pessoais, os resultados alcançados são elementos geradores de debate e discussão.

Sutherland (2009) afirma que a conceituação do ensino como prática de design não é uma novidade, advém da engenharia didática, que centra a ideia de design em situações problemas de matemática, tornando o aprendiz engajado no contexto. Um aspecto importante desse ambiente é que a responsabilidade pela resolução dos problemas é dos alunos e o professor executa o papel de administrador/regulador da situação. Nesse novo processo de ensino-aprendizagem o aluno aprende a aprender e o professor aprende a orientar e auxiliar. (OLIVEIRA 1993, p.380)

Com isso, a proposta deste trabalho agrega a linguagem de programação LOGO, o projeto manual de construção de dispositivos/artefatos – roda gigante – e seu controle pelo computador, levando em conta as afirmações de Valente e Canhette citado por Resnick (1989) sobre os tipos de aprendizagem propiciados pelo LEGO-Logo, as quais podemos transferir para o estudo proposto.

Espera-se, com este estudo, contribuir para a aprendizagem conceitual realizada no ato de projetar, construir e manusear o objeto robótico, nesse momento o aprendiz pode explorar conceitos de Matemática, Física, Engenharia, etc. A aprendizagem se dá também através do design existente no ato de construção dos objetos de seu interesse, em que o aprendiz pode adquirir conhecimento em ambientes contextualizados, significativos e motivadores. E por último a aprendizagem sobre design, pois a atividade de Robótica Educacional lança mão de heurísticas para solução de problemas mal definidos, que se assemelham aos encontrados na vida real.

2.2.5 Orientações do PCNEM e PCN+ de Matemática

De acordo com os Parâmetros Curriculares de Matemática para o Ensino Médio, buscando apoio nos conteúdos necessários, o aprendiz deve desenvolver de forma contextualizada as competências/habilidades de:

- Ler e interpretar e produzir gráficos, tabelas, esquemas e expressões;
- Identificar e utilizar a linguagem matemática para comunicação;
- Utilizar corretamente instrumentos de medidas e desenho;
- Identificar e selecionar estratégias de resolução de problemas;
- Interpretar e criticar resultados em situações concretas;
- Realizar validações de conjecturas, utilizando modelos, experimentos, esquemas;
- Utilizar a matemática na interpretação do mundo real;
- Utilizar recursos tecnológicos, reconhecendo suas potencialidades e limitações.

Com essa perspectiva, a maneira como se organizam as atividades e a sala de aula, a escolha de materiais didáticos apropriados e a metodologia de ensino é que poderão permitir o trabalho simultâneo dos conteúdos e competências (BRASIL, 2004, p.113).

Para efetivação dessas propostas deve-se inicialmente superar o desafio da formação dos professores, de produção de material instrucional e reestruturação de concepções sobre o processo de ensino aprendizagem existente em escolas, responsáveis e estudantes.

Tendo em vista que o aprendizado de Ciências e Matemática é dinâmico, as atividades propostas devem se revelar necessárias ao contexto e estarem engajadas no projeto pedagógico da escola.

Com o advento do que se denomina sociedade pós-industrial, a disseminação das tecnologias da informação nos produtos e nos serviços, a crescente complexidade dos equipamentos individuais e coletivos e a necessidade de conhecimentos cada vez mais elaborados para a vida social e produtiva, as tecnologias precisam encontrar espaço próprio no aprendizado escolar regular, de forma semelhante ao que aconteceu com as ciências, muitas décadas antes, devendo ser vistas também como processo, e não simplesmente como produto. A tecnologia no aprendizado escolar deve constituir-se também em instrumento da cidadania, para a vida social e para o trabalho. No Ensino Médio, a familiarização com as modernas técnicas de edição, de uso democratizado dos computadores pessoais, é só um exemplo das vivências reais que é preciso garantir,

ultrapassando-se assim o “discurso sobre as tecnologias” de utilidade questionável. É preciso identificar na Matemática, nas Ciências Naturais, Ciências Humanas, Comunicações e nas Artes, os elementos de tecnologia que lhes são essenciais e desenvolvê-los como conteúdos vivos, como objetivos da educação e, ao mesmo tempo, como meios para tanto. (BRASIL, 2000b, p.49)

2.2.6 Modelagem matemática na sala de aula

As instituições educacionais devem caracterizar-se como ambientes propícios ao desenvolvimento de novas habilidades nos estudantes e formação do cidadão crítico através da relação coerente dos conhecimentos preexistentes nos envolvidos.

Porém, segundo Santos e Bisognin (2007), observam-se nas instituições escolares fatos opostos ao caracterizado anteriormente, pois carecem de situações de interesse para os estudantes; agregando a isso, existe a necessidade de reflexão do professor sobre suas atitudes e demandas atuais, uma vez que problemas contextualizados são trabalhados de forma esporádica.

A ação do professor hoje na sala de aula pode ser caracterizada pelo esquema seguinte, que não corrobora com as orientações apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais, que indicam a utilização de ações contextualizadas e motivadoras para os alunos.

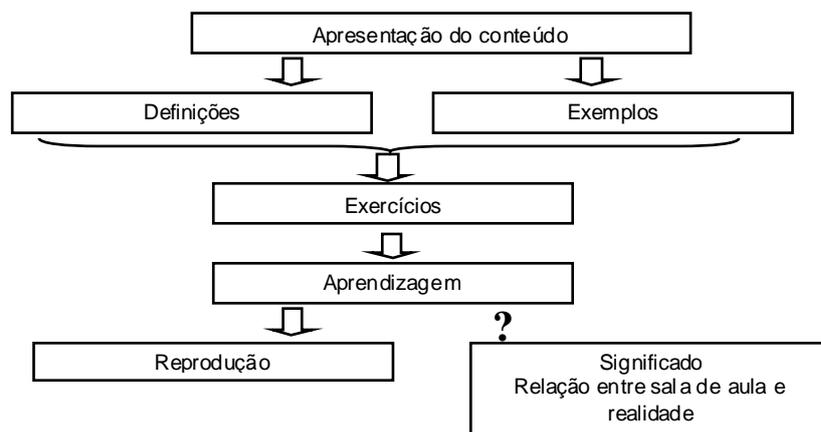


Figura 1: Esquema ação do professor na aula tradicional
Fonte: Dados da pesquisa

Buscando atender à contextualização e oferecer atividades de interesse dos alunos, Bean (2001) afirma a possibilidade em se utilizar a modelagem como um facilitador à integração da aplicação prática de conceitos e a exigência do tratamento formalizado.

Essa utilização converge para o preenchimento da lacuna existente entre o relacionamento da matemática com problemas do cotidiano dos envolvidos, uma vez que recria a relação existente entre professor e estudante, facilitando assim o aprendizado e a compreensão do papel sociocultural da Matemática.

Segundo Barbosa (2007), a modelagem em sala de aula pode ser materializada de acordo com o esquema:

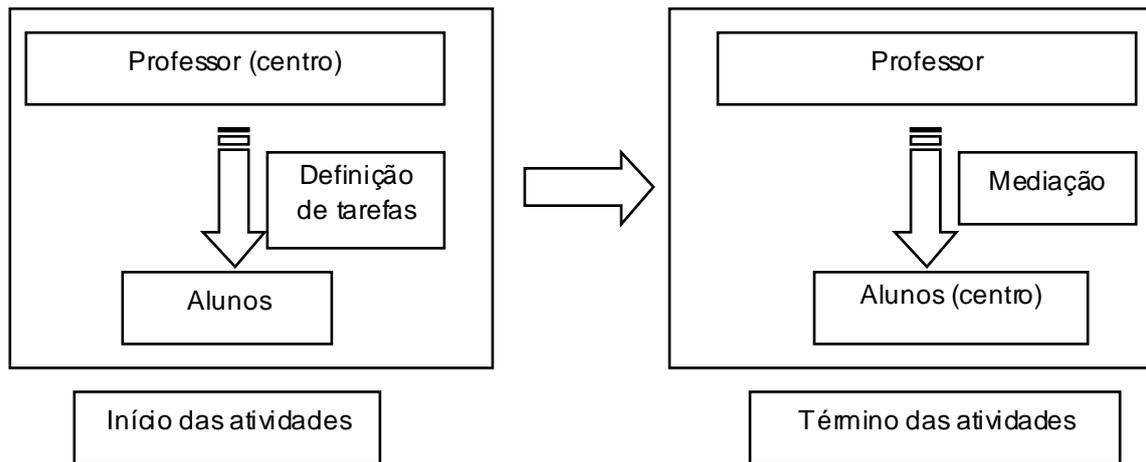


Figura 2: Esquema ação do professor na modelagem em sala de aula
Fonte: Dados da pesquisa

Como resultado final desse processo, Biembengut e Hein (2007) apresentam o modelo caracterizando-o como um conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir de alguma forma um fenômeno ou questão problema de situação real. A partir disso os mesmos autores afirmam que a imagem da modelagem retrata o trabalho de um escultor, sendo definida como:

[...] um processo que envolve a obtenção de um modelo. Este, sob certa óptica, pode ser considerado um processo artístico, visto que para elaborar um modelo, além de conhecimento de matemática, o modelador precisa ter uma dose significativa de intuição de criatividade para interpretar o contexto, saber discernir que conteúdo matemático melhor se adapta e também ter bom senso lúdico para jogar com as variáveis envolvidas. (BIEMBENGUT; HEIN, 2007, p12).

Esse modelo pode ser apresentado como expressões, fórmulas, diagramas, tabelas, gráficos, etc., fazendo uma relação direta ao conhecimento matemático dos envolvidos no processo de desenvolvimento. Entende-se então, neste trabalho, que modelo é o resultado de um processo de modelagem.

Focando a produção do conhecimento matemático e a habilidade na sua utilização, a modelagem oferece oportunidades para estudar situações problemas

através de pesquisas de seu interesse, podendo despertar no estudante novos tópicos para estudo. Para atender a essa proposta, o processo de modelagem deve sofrer adequações levando em consideração o grau de escolaridade dos estudantes, o tempo disponível para elaboração do trabalho, o programa a ser cumprido e o estágio de amadurecimento do professor para conduzir e orientar no processo de modelagem. Essa aplicação da modelagem, em cursos regulares, que possuem um programa curricular a ser cumprido, é denominada por Biembengut e Hein (2007, p.18) como Modelação Matemática⁴, que apresenta os objetivos:

- aproximar uma outra área do conhecimento da matemática;
- enfatizar a importância da matemática para a formação do estudante;
- despertar o interesse pela matemática ante a aplicabilidade;
- melhorar a apreensão dos conceitos matemáticos;
- desenvolver a habilidade de resolver problemas;
- estimular a criatividade.

Ao aluno deve ser dado o direito de aprender. Não um 'aprender' mecânico, repetitivo, de fazer sem saber o que faz e por que faz. Muito menos um 'aprender' que se esvazia em brincadeiras. Mas um aprender significativo do qual o aluno participe raciocinando, compreendendo, reelaborando o saber historicamente produzido e superando, assim, sua visão ingênua, fragmentada e parcial da realidade. O material ou o jogo pode ser fundamental para que isto ocorra. Neste sentido, o material mais adequado, nem sempre, será o visualmente mais bonito e nem o já construído. Muitas vezes, durante a construção de um material o aluno tem a oportunidade de aprender matemática de forma mais efetiva. (FIORENTINI; MIORIM, 1990)

São pré-requisitos básicos para os professores dispostos a lançar mão da modelagem matemática como recurso pedagógico na aprendizagem o desejo de mudança e disposição para aprender. Bean (2001, p.56), afirma que ensinar pela modelagem também exige mudança da postura do educador frente à Matemática e o seu ensino.

Biembengut e Hein (2007) destacam que publicações apontando positivamente sobre trabalhos já realizados não podem ser indicativos para implementação da Modelagem Matemática com todas as turmas e estudantes a todo tempo, essa implementação deve ser gradual, respeitando a experiência do professor e a legislação vigente.

⁴ Neste trabalho os termos Modelagem Matemática e Modelação Matemática são apresentados como sinônimos, uma vez que não existe consenso entre os autores sobre a diferenciação.

3 TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO

Citamos os autores Borba e Penteado (2003), Papert (1985), Papert (2008), Coutinho(2002), Valente (1993), e outros, para sustentação teórica favorável à utilização de recursos tecnológicos em ambientes educacionais. De acordo com Coscarelli (2006, p.46), devemos despender uma atenção especial para o uso da tecnologia, pois o seu valor não está diretamente depositado sobre o equipamento tecnológico, mas dependente do uso que fazemos com este equipamento.

Para essa utilização é necessário um processo de naturalização, ou seja, a incorporação desse recurso na prática docente. Torna-se necessária a capacitação de profissionais e inserção de equipamentos nas instituições. E, além disso, devido à grande velocidade em que a tecnologia avança, é necessário que o educador acompanhe essa evolução.

3.1 Contextualização temporal

Com a necessidade de capacitação científico-tecnológica para o desenvolvimento do Brasil, iniciam-se na década de 70 investimentos na área educacional, em que as universidades públicas focavam os esforços no desenvolvimento de softwares educacionais e a utilização dos computadores em ambientes escolares. Com essa proposta a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), sustentada pelos pressupostos teóricos do construcionismo de Seymour Papert, desenvolve pesquisas utilizando a linguagem de programação LOGO.

A questão que se coloca para educadores é: como interagir com essa nova forma de pensar, impulsionada pela realidade do espaço cibernético, ao desenvolvimento do conhecimento e saberes do estudante? Torna-se cada vez mais necessário um fazer educativo que ofereça múltiplos caminhos e alternativas distanciando-se do discurso monológico da resposta certa, da seqüência linear dos conteúdos, de estruturas rígidas dos saberes prontos, com compromissos renovados em relação à flexibilidade, à interconectividade, à diversidade e à variedade, além da contextualização no mundo das relações sociais e interesses dos envolvidos no processo de ensino aprendizagem. (GUIMARÃES; DIAS, 2006, p.23)

Apesar dessas pesquisas, somente na década de 80 o governo incentiva a inserção de computadores na rede pública, por intermédio do projeto EDUCOM, que, segundo Almeida (2002) citado por Andrade e Lima (1993), apresentava como objetivo a formação de cidadãos críticos-reflexivos, capazes de utilizar a tecnologia para a busca, seleção, inter-relacionando informações que promovam a construção de novos conhecimentos para interpretação do seu contexto histórico-social.

No período de 1987 até 1989, visando a capacitação de professores para a utilização do computador como ferramenta pedagógica, implanta-se o projeto Formar, com objetivo principal de criar multiplicadores.

O Formar foi de fundamental importância por disseminar as idéias de uma nova prática pedagógica com o computador entre os cerca de cem (100) professores oriundos de todas as partes do Brasil que se deslocaram de seus Estados de origem e passaram dois meses aprendendo a dominar a tecnologia, estudando as teorias educacionais subjacentes às práticas do uso da Informática em Educação e elaborando propostas para disseminar o uso do computador em suas instituições. (BELMIRO, 2002, p.19)

O curso baseou-se na linguagem LOGO, programas aplicativos básicos e softwares educacionais. Dentre os participantes estavam presentes professores com grande experiência na área. Ainda segundo a autora as concepções abordadas durante esse período influenciaram o surgimento de novas iniciativas nas instituições privadas.

Segundo Borba e Penteadó (2003), as experiências acumuladas com esses projetos serviram de base para o programa PROINFO, que possui como objetivo estimular e dar suporte para a introdução tecnológica a todas as escolas de nível fundamental e médio do país.

3.2 Novas tecnologias aplicadas à educação

A aplicação de tecnologias em ambiente escolar requer uma nova proposta para sua utilização. De acordo com Coutinho (2002, p.22), “a introdução de novas tecnologias nem sempre acontece de forma tranqüila. Há muitas resistências.” Essas resistências são frutos do processo de reorganização do trabalho pedagógico imposto pela inserção de um novo artefato. Tomemos como exemplo o Data Show, que em muitos casos tem função semelhante a do antigo retroprojetor. O atributo do

velho ou novo não está no produto, no artefato em si mesmo ou na cronologia das invenções, mas depende da significação do humano, do uso que fazemos dele (CORRÊA, 2006, p.44).

A mesma autora afirma que a velocidade dos avanços tecnológicos pode causar nos educadores duas visões. A tecnofóbica em que se cria uma total aversão à utilização dos recursos tecnológicos e a tecnofília que consiste no endeusamento da tecnologia e a coloca como a solucionadora de todos os problemas educacionais.

O fato consiste na necessidade da implementação de recursos tecnológicos no ambiente educacional, pois negar a sua potencialidade e ignorá-lo é não observar o contexto social em que estamos vivendo, porém afirmar que estamos diante da solução de nossa educação é uma pretensão muito grande. Fica reforçada a ideia do recurso tecnológico ser algo a se somar no contexto educacional, mas para essa soma ser efetiva é necessária uma reformulação de paradigmas. Essa reformulação quebra os conceitos de organização atual do processo de ensino e aprendizagem. Observe o modelo esquemático dessas características, ficando explícito o estabelecimento de um novo ambiente, com características de rede, onde as colaborações são realizadas entre todos os integrantes do grupo. É Valente (1993) que observa com isso a mudança de posição do professor, deixando de ser repassador de conhecimento para criador de ambientes de aprendizagem, facilitando assim o processo de desenvolvimento intelectual do aprendiz.

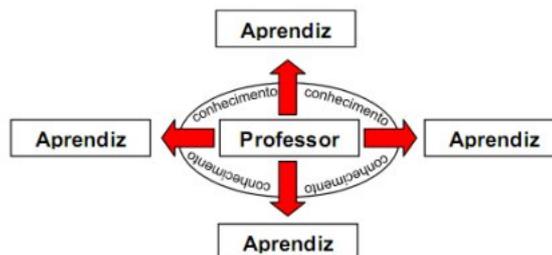


Figura 3: Modelo tradicional de ensino, centrado na figura do professor.
Fonte: Dados da pesquisa

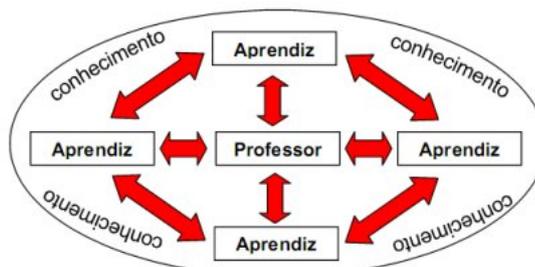


Figura 4: Relação existente com o uso de novas tecnologias
Fonte: Dados da pesquisa

Realizando um recorte sobre o computador na educação, Valente (1993) afirma que para a sua utilização é necessária a escolha do software educativo. Isso cria condições para a realização da verdadeira função do computador que não consiste em ensinar, mas criar condições de aprendizagem, coexistindo e interagindo com as modalidades de ensino existente, criando um novo tipo de abordagem.

De acordo com concepções de Papert (1985), as crianças imersas em um mundo repleto de computadores podem aprender conceitos matemáticos com muito mais facilidade, se estabelecerem comunicação compreensível entre máquinas e seres humanos.

Acredito que a presença do computador nos permitirá mudar o ambiente de aprendizagem fora das salas de aula de tal forma que todos os programas que as escolas tentam atualmente ensinar com grandes dificuldades, despesas e limitado sucesso, será aprendido como a criança aprende a falar, menos dolorosamente, com êxito e sem instrução organizada. Isso implica, obviamente, que escolas como as que conhecemos hoje não terão lugar no futuro. (PAPERT, 1985, p.23)

Para a efetivação dessa nova relação, o computador não deve assumir a posição de máquina de ensinar, e sim enquadrar-se no conceito de mídia educacional complementar, sendo um facilitador de elaborações do conhecimento pelos aprendizes, onde desenvolvam algo, resultando no aprendizado pela realização de tarefas por intermédio do computador. Isso torna o computador uma ferramenta educacional.

Essa nova tecnologia cria as segmentações, conforme abordada por Corrêa (2006), e agora classificada por Valente (1993, p.23) como visão ceticista, que fundamenta seus argumentos na pobreza de nosso sistema educacional, desumanização da educação, dificuldade de adaptação da administração escolar, dos pais e professores, uma vez que não tiveram contato com essa ferramenta em suas formações. O último argumento é a maior barreira a ser vencida, pois requer mudança de posturas de todos os envolvidos no sistema educacional, o que causa medo, incertezas e fobias. Se almejamos que a escola saia do século 18, temos que promover ações para superar essas barreiras.

Em contrapartida temos a visão otimista, sem origem fundamentada, com argumentos nem sempre convincentes, que são o modismo, a existência do computador em nossa vida, inserção no contexto educacional como disciplina a ser

estudada. Ficando em segundo plano o aprendizado através do computador, sua subutilização como meio didático, deixa seu potencial de ferramenta inexplorado, reforçando que a escola atual do século 18 não consegue competir com a realidade em sua volta. A escola deve ser interessante pelas ações nela promovida e não nos artefatos que possui. O argumento mais convincente dessa visão consiste no desenvolvimento do raciocínio ou possibilitar situações de resoluções de problemas.

Destaca-se que a sua efetivação não é uma tarefa fácil de ser alcançada, sendo também o propósito do estudo de matemática na escola, segundo Valente (2003, p.28).

3.3 Robótica

A idéia de robô é antiga e sua origem divide pesquisadores de diversas áreas, tendo o termo “robô” provável origem da ficção científica por intermédio da peça teatral do tcheco Karel Tschapek (1890-1938), intitulada "RUR" (Robôs Universais de Rossum), na qual existiam seres artificiais com aparências humanas que realizavam trabalhos pesados. Esses seres eram denominados de “robotas”, que traduzido para o português significa “robô”.

Esse termo é definido pelo “Dicionário Aurélio on-line” como “s.m. Aparelho automático, geralmente em forma de boneco, que é capaz de cumprir determinadas tarefas. / Fig. Pessoa que procede como um robô, isto é, que executa ordens sem pensar”. E pelo Dicionário Michaelis como um “Aparelho automático, com aspecto de boneco, capaz de executar diferentes tarefas, inclusive algumas geralmente feitas pelo homem. 2 Indivíduo que obedece mecanicamente; títere.”

As definições apresentadas convergem para máquinas com possível aparência de seres humanos com capacidade de realizar tarefas abstendo-se de processos mentais no contexto. Porém, para Righetti citado por Mason (2009), definir o termo “robô” não é uma tarefa tão simples assim, pois geralmente as pessoas o associam a um dispositivo com semelhanças humanas ou animais.

O autor afirma a existência de diversas maneiras para a definição, e opta por explicitar uma subjetividade para compreensão do termo, pois temos que levar em consideração concepções particulares das relações existentes entre a conexão da

inteligência e percepção da ação ou ainda na relação entre seres humanos e máquinas.

Do ponto de vista técnico-industrial, a robótica consiste no conjunto de conceitos básicos de mecânica, cinemática, automação, hidráulica, informática e inteligência artificial, envolvidos no funcionamento de um robô (VALENTE *et al. apud* SATEGUI; LEON, 1986).

Reforçando esses argumentos, Maissonette (2009) afirma que a robótica pode ser caracterizada como o controle de dispositivos que utilizam mecanismos eletroeletrônicos através de um computador, transformando-o em uma máquina capaz de interagir com o meio ambiente e executar ações decididas por um programa criado pelo programador a partir dessas interações.

3.4 Robótica educacional

Transferindo a essência da definição técnico-industrial para a área educacional, chegamos à robótica educacional definida por Valente (2002) como atividades de construção e controle de dispositivos, usando kits de montar e outros materiais, que propiciam o trabalho conceitual em ambientes de aprendizagens.

Outras definições convergem para definir o termo “robótica educacional” na caracterização de ambientes de aprendizagem que reúnem os kits, compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por softwares que permitam programar o funcionamento dos protótipos montados.

Ortolam (2003, p.44) afirma que a robótica educacional possui como objetivo oferecer aos alunos tecnologias eficientes, para em conjunto com os professores criarem um ambiente de interação com o objeto de estudo. Assim, a aplicação da tecnologia na área pedagógica é vista como um instrumento que garante aos envolvidos uma proximidade à realidade, oferecendo oportunidades para solução de problemas complexos. A mesma autora aponta que a utilização da robótica educacional não é a solução para os problemas educacionais, e sim um elemento problematizador, que torna a vida dos estudantes mais desafiadora.

Diante dessa diversidade de abordagens este trabalho define como robótica educacional:

[...] o ambiente constituído pelo computador, componentes eletrônicos, eletroeletrônicos e programa, onde o aprendiz, por meio da integração destes elementos, constrói e programa dispositivos automatizados com o objetivo de explorar conceitos das diversas áreas do conhecimento. (CHELLA, 2002, p23)

Corroborando com isso, Zilli (2004, p.39) argumenta que a proposta abre possibilidade para o professor demonstrar na prática vários conceitos de difícil compreensão, motivando o aluno, que é desafiado a todo momento a observar, abstrair e inventar.

A utilização dessa tecnologia pode ser uma ferramenta que soma de forma significativa ao ambiente escolar uma nova metodologia de trabalho, que transcende aos conceitos tradicionais de sala de aula, deixando o professor em um modo de diálogo próximo aos alunos.

Essa abordagem pode tornar a relação educativa mais dinâmica e interessante, pois a construção de dispositivos robóticos estabelece uma conexão à realidade dos alunos. Uma vez que expressam interesses, observações e conhecimentos preexistentes a cada participante ativo da proposta, tais fatos favorecem a reestruturação de concepções internalizadas pelo estudante.

Coloca assim o envolvido na proposta em um novo contexto, onde é possível a constante experimentação de conteúdos trabalhados em sala de aula, paralelamente a questionamentos de fatos físicos, gerando validações ou não. Isso cria um ambiente extremamente favorável a reflexões sobre suas ações e elaboração de estratégias para resoluções de problemas.

3.5 Linguagem LOGO e paradigmas de programação

Para a programação dos artefatos robóticos optou-se pela utilização do Software Slogo, o qual faz utilização da linguagem LOGO, uma vez que a interface oferece uma biblioteca de comando consolidada para controle dos motores e sensores. Essa escolha também é justificada pela característica construcionista e a facilidade de manuseio pelos estudantes, uma vez que a maioria dos seus comandos são intuitivos e mnemônicos.

Vale destacar que a linguagem LOGO foi criada nos anos 60, no Laboratório de Inteligência Artificial do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), nos Estados

Unidos da América, pelos pesquisadores Wallace Feurzeig, Daniel Bobrow e Seymour Papert – este o chefe da equipe – a partir das teorias construtivistas de Jean Piaget. A ideia básica era desenvolver uma linguagem de programação que fosse ao mesmo tempo de fácil manejo e de grande utilidade nos processos cognitivos envolvidos na aprendizagem. Baranauskas (1993, p.45) aponta que a utilização de uma linguagem de programação na educação requer uma atenção especial no paradigma envolvido e no meio criado.

Os paradigmas são: o procedural, no qual se dá uma ordem para a execução sequencial do computador; o funcional, em que se realiza a programação com a utilização de funções matemáticas, gerando situações recursivas; da programação orientada a objetos, que é baseada no mundo real, em que os modelos de objetos enviam e recebem mensagens e realizam reações; da programação lógica, que consiste em representar problemas na forma lógica simbólica e o resultado é alcançado por inferências realizadas pela máquina.

Programar nos diferentes paradigmas significa, portando, representar, segundo modelos diferentes, a solução do problema a ser resolvido na máquina. Cada linguagem que suporta determinado paradigma representa, portanto, um “meio” onde o “problema” é resolvido. (BARANAUSKAS, 1993, p.47)

A linguagem LOGO, segundo Valente (1993), o qual corrobora com Papert, apresenta como característica computacional a facilidade de uso, geralmente iniciada com exploração geométrica – ensinando a tartaruga a fazer algo –, e pedagogicamente com o objetivo de criar ambientes onde o aprendizado ocorra sem transferência direta de conhecimento.

Com a metáfora de ensinar a tartaruga, o SLogo resgata o paradigma procedural. Outras possibilidades são apresentadas por Baranauskas citado por Muir (1993), quando se lança mão da utilização de múltiplas tartarugas que se comportam diferentemente para os mesmo comandos, sendo encarados como paradigma orientado a objetos. E por último a manipulação de listas, que é uma estrutura que permite ordenar uma série de itens, permite a criação de um ambiente que aborda o paradigma funcional.

A construção da roda gigante, proposta neste trabalho, sua programação e estudo, busca abordar diretamente o paradigma procedural, uma vez que os

estudantes irão realizar o controle direto por meio de comandos inseridos na janela de comandos ou no editor de procedimentos.

3.6 Ambientes e interfaces de robótica educacional

No final da década de 80, ocorre o desenvolvimento das interfaces gráficas, para os computadores, das quais podemos destacar a plataforma operacional Windows. E agrega-se à linguagem LOGO novos ambientes de robótica com fins educacionais, apresentando características de programação orientada por objetos. (CHELLA, 2002, p.29).

Segue a evolução desses recursos:

Cronologia da robótica educacional – interfaces			
Ano	Ambiente de controle	Fabricante / desenvolvedor	Interface aplicável
1986/ 1989	Hot Logo	Gradiente	<p>Interface desenvolvida pelo NIED específica para o computador MSX</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> •2 saídas para controle de motores de corrente contínua com reversão. •2 saídas para controle de motor ou luz. •1 entrada de sensores de toque ou luz. •Comunicação pela porta da impressora.
	Logo MSX	Sharp	

	TcLogo	Logo Computer System Inc.	<p>Lego Modelo 70288</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> •3 saídas para controle de motores de corrente contínua com reversão. •2 entradas de sensores de toque ou luz. •Comunicação através de uma Interface conectada ao barramento ISA.
1993	Lego Dacta Control Lab 1.2	LCSI	<p>Lego 70909</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> •6 saídas para controle de motores, lâmpadas e som. •6 entradas de sensores de toque, luz, temperatura e posição. •Comunicação pela porta da serial.
2000	Coach Júnior	Center for Microcomputer Applications	<p>Lego 70909</p> <p>Lego RCX</p> <p>CMA</p> <p>Coachlab</p>

Quadro 1: Ambientes e interfaces de robótica educacional
 Fonte: Dados da pesquisa

3.7 Interfaces comercializadas

3.7.1 RCX

O RCX (Robotic Command Explorer) é o bloco programável desenvolvido pela Lego Education em parceria com MIT (Massachusetts Institute of Technology), controlado pelo software icônico Robolab 2.0, apresentando como potencial a possibilidade de elaboração de projetos robóticos autônomos.



Figura 5: RCX e sensores

Fonte: http://www.whsrobotics.net/images/200_RCX3.gif

Principais características: esse equipamento possui três portas de entrada para sensores de temperatura, toque e luz. Três portas de saídas para motores com redução interna e lâmpadas. Possui, ainda, display LCD, alto-falante e comunicação infravermelha. Todas as conexões são no padrão Lego.

3.7.2 NXT

O NXT é a versão avançada do RCX, possuindo um processador mais poderoso, motores mais precisos. O controle do bloco NXT é realizado de modo icônico pelo NXT Software ou pelos botões existentes no próprio tijolo. O robô que utiliza essa tecnologia pode ser capaz de detectar obstáculos, realizar medições, identificar sons e cores, reagir a movimentos.



Figura 6: NXT e sensores

Fonte: <http://i.i.com.com/cnwk.1d/i/ne/p/2006/16leggo550x322.jpg>

Principais características: esse equipamento possui quatro portas de entrada para sensores de som, toque, ultrassom e luz. Três portas de saídas para motores com encoder⁵ acoplados. Possui, ainda, display LCD, alto-falante e comunicação Wireless. Todas as conexões são no padrão RJ12.

3.7.3 Kit Pense e Movimento

É um kit de robótica educacional desenvolvido pela empresa Edutec, controlado pelo GDR (Software Gerador de Robótica). Existe a opção de utilização da interface para controle de dispositivos construídos com sucata. Detalhamento do kit:

Kit Pense e Movimento: placas pré-elaboradas, rodas, roldanas e barras de ferro.



Figura 7: Componentes do Kit Pense e Movimento

Fonte: <http://www.daescola.com.br/portal/uploads/Geral/Clipping/36298/image/novo4.jpg>

⁵ Unidade de realimentação que informa sobre posições atuais de forma que possam ser comparadas com posições desejadas e seus movimentos sejam planejados.

Kit Básico: Cabo, fonte, motor de passo, motor de giro, leds (verde, vermelho e amarelo), chave de fenda e a interface SmartTec que possui 4 portas de entrada para sensores digitais e 8 saídas de corrente contínua de 12v. Cada motor de giro ocupa um terminal de saída, enquanto cada motor de passo ocupa 4 saídas, sendo possível utilizar apenas dois motores de passo simultaneamente.



Figura 8: Interface SmartTec, cabos e motores

Fonte: <http://www.daescola.com.br/portal/uploads/Geral/Clipping/36298/image/novo2.jpg>

Software GDR: Apresenta características icônicas para a programação e realiza a sua comunicação diretamente à porta paralela do computador.



Figura 9: Interface Software GDR

Fonte: Dados da pesquisa

3.7.4 Cyberbox

O Cyberbox é uma interface para robótica educacional desenvolvida no Brasil pela empresa Imbrax (indústria mecatrônica), com sede em Curitiba, para controle de dispositivos construídos com sucata ou materiais alternativos.

O campo de aplicação dessa interface vai desde o Ensino Fundamental à Universidade. Uma característica importante desta a ser destacada é a quantidade de entradas e saída existentes. São 12 saídas digitais e 8 entradas analógicas. Segundo a Imbrax (2009), o objetivo desse equipamento é desenvolver nos alunos a capacidade de planejamento, concentração, criatividade, liderança e visão global dos problemas abordados.

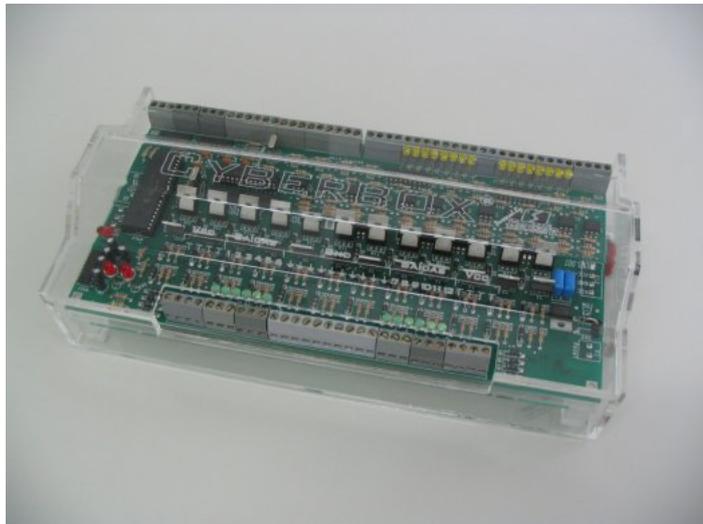


Figura 10: Interface Cyberbox

Fonte: http://www.imbrax.com.br/_repositorio/cyberbox_03.jpg

O Cyberbox pode ser controlado pelos ambientes:

Everest: É um software de autoria que possui diversas ferramentas para desenvolvimento de arquivos de multimídia e controle de interfaces robóticas através de ações específicas, sendo possível a elaboração de projetos complexos sem a necessidade de utilização de conhecimentos profundos de programação.

Imagine: É um software criado exclusivamente para as crianças que possui recursos técnicos avançados em uma interface amigável utilizando a linguagem LOGO orientada a objetos

Micromundos: É um software com características de sistema de autoria aliado à linguagem de programação LOGO orientada a objetos, comercializado pela

empresa LCSi. Apresenta como destaque a capacidade de interatividade, animação e programação, o que torna o processo de aprendizagem proveitoso, fortalecendo o desenvolvimento de habilidades para solução de problemas, pensamento crítico, investigação e criatividade.

Superlogo: É um aplicativo gratuito, traduzido e distribuído pelo Nied – UNICAMP, para desenvolvimento de procedimentos baseado na linguagem LOGO. Esses procedimentos são sequências de comandos que podem fazer referência às mais diversas áreas do conhecimento. Porém para a utilização na robótica educacional é necessária a implementação de bibliotecas de comandos específicos.

3.7.5 *Kit X interface*

Interface de robótica desenvolvida pela empresa Cerne Tecnologia e Treinamento para ser utilizada no controle de dispositivos construídos com sucata ou materiais alternativos. A placa apresenta 4 saídas para controle de motores de giro, relés, lâmpadas e leds e 4 entradas para sensores do tipo contato seco (interruptores). Para programação dos dispositivos a placa opera com softwares que apresentam linguagem LOGO (Slogo, Megalogo, Imagine, etc.).



Figura 11: Kit X Interface

Fonte: http://www.cerne-tec.com.br/xinterface_193x196.jpg

3.7.6 *Super Robby*

kit de robótica projetado e fabricado no Brasil implementado a nível curricular, desenvolvido pelo Centro de Novas Tecnologias da empresa ARS Consult. Destinado para uso doméstico ou escolar com crianças a partir de 10 anos.

Os acessórios da interface Super Robby são: motores de passo, motores contínuos, leds, lâmpadas, sonorizador, relés, potenciômetros, sensores de luz, sensores de calor, sensores de toque.

Para controle da placa pode-se utilizar como ambiente de programação softwares que apresentam a linguagem LOGO ou o Everest, porém a empresa ARS Consult indica o Megalogo, que é um software desenvolvido para ambiente Windows com recursos de som, vídeo, imagens, cores, fontes e impressão. Devido a sua potencialidade, pode ser considerado um software de autoria.

Esse kit é indicado para utilização exclusiva com dispositivos construídos com sucata ou materiais alternativos, pois o fabricante afirma que o trabalho com sucata tem "um sabor especial", pois possibilita que o foco dos alunos, ao olhar para um objeto considerado descartável, se altere. O aluno passa a "ver", por exemplo, numa caixa de ovos, o casco de uma tartaruga; de uma lata de refrigerante, o banco de uma roda-gigante; de uma caixa de leite, a carroceria de um caminhão.

Com isso é possível desenvolver e explorar o potencial criativo de cada sujeito, na medida em que se tem a oportunidade de trabalhar com materiais de diferentes texturas, não ficando restritos a modelos previamente fabricados.



Figura 12: Kit X Interface
Fonte: Zilli (2004, p. 45)

3.8 KIT POP1

O motivo pela escolha do Kit POP1 justifica-se pela facilidade de adaptações, uma vez que os componentes eletrônicos são de fácil aquisição no mercado, seu valor reduzido em comparação aos demais, suporte oferecido pelo desenvolvedor e principalmente pela ampla possibilidade de implementação em projetos educacionais.

3.8.2 Servomotor

São motores que possuem um circuito eletrônico de controle e um sistema de redução, o que resulta em um torque elevado e um posicionamento preciso. O kit POP1 apresenta dois tipos de servomotores: de rotação, em que é possível controlar a velocidade, e o de posição, em que é possível determinar o seu posicionamento com precisão executando movimentos de 180° em sentido horário ou anti-horário.

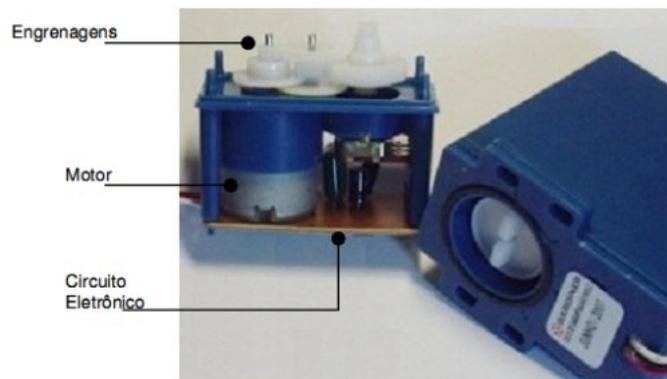


Figura 14: Servomotor

Fonte: Robótica educacional-guia prático

Os servomotores podem ser aplicados educacionalmente no controle de maquetes, protótipos de automóveis, levantamento de pesos, movimentação de esteiras, deslocamento de objetos, etc. Em todo projeto que possuir partes que necessitem de rotação contínua ou mudança de posicionamento parecida é possível aplicar servomotores.

3.8.3 Sensores

A interface POP1 utiliza sensores digitais, compreendendo dois estados, 1 ou 0, que podem ser representados por frio/calor, claro/escuro, luz/sobra, de acordo com o sensor utilizado.

Estão disponíveis para utilização os sensores digitais com recursos para monitorar toque, luminosidade, temperatura e nível de umidade. Cada sensor é constituído por uma placa que contém um elemento detector, diferente para a grandeza que será medida, conectores para dados, alimentação e potenciômetro que permite o ajuste dos limites do sensor e um Led (indicador luminoso) que permite monitorar o estado do sensor, o que facilita os ajustes.

Sensor de toque: Atua como uma chave abrindo e fechando os contatos. Quando pressionado o contato fecha, sendo reconhecido pela interface como nível lógico 1 (ligado) e quando livre é reconhecido como nível lógico 0 (desligado).

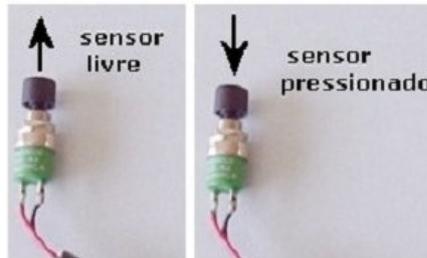


Figura 15: Sensor de toque
Fonte: Robótica educacional-guia prático

Sensor de luminosidade: O sensor de luminosidade utiliza um componente chamado foto-diodo como detector de intensidade luminosa. Esse sensor permite detectar variações na intensidade luminosa que ocorre no ambiente no qual está inserido.

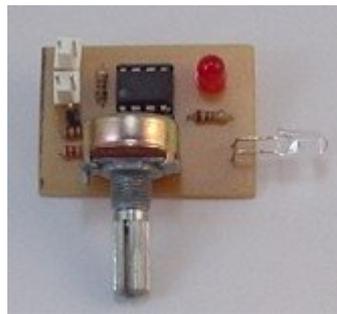


Figura 16: Luminosidade
Fonte: Robótica educacional-guia prático

Sensor de umidade: Esse sensor detecta a umidade em meios como solo e mesmo em um recipiente com água. O detector é constituído por duas hastes metálicas que deverão estar em contato com o local onde se deseja fazer a medida.



Figura 17: Sensor de umidade
Fonte: Robótica educacional-guia prático

Sensor de temperatura: O sensor de temperatura utiliza um componente chamado NTC como detector de temperatura. Esse sensor permite detectar variações de temperatura que ocorrem no meio ambiente.

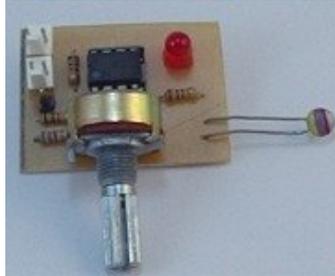


Figura 18: Sensor de temperatura
Fonte: Robótica educacional-guia prático

Os sensores são dispositivos que se agregam aos servomotores ampliando a sua utilização educacional, uma vez que é possível realizar medições para iniciar ou parar a movimentação dos modelos robóticos construídos.

3.8.4 Programa Monitor Interface

Esse programa é utilizado para realizar o diagnóstico do funcionamento dos servomotores e sensores, sendo constituído por uma interface gráfica que reproduz a interface POP1.

Segundo o desenvolvedor, é interessante a sua utilização na fase inicial de criação dos dispositivos robóticos, pois com isso é possível detectar possíveis falhas ou avarias no equipamento.

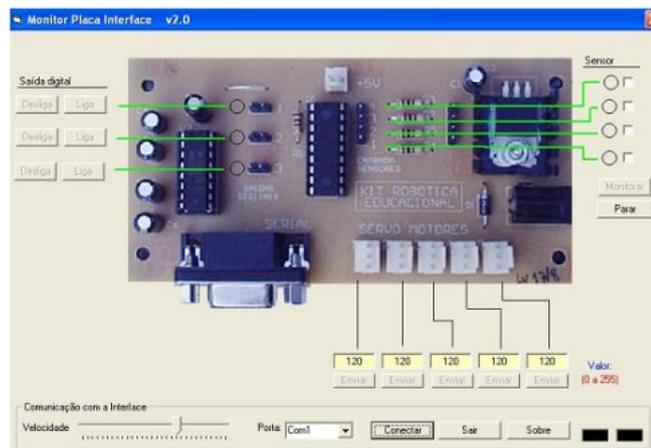


Figura 19: Programa Monitor Interface
Fonte: Robótica educacional-guia prático

3.8.5 Controle pelo software SuperLogo

O objetivo da utilização do software SLogo é realizar o controle dos componentes eletrônicos dos dispositivos robóticos de forma automatizada. Isso acontece através da leitura dos estados dos sensores e controle do funcionamento dos servomotores.

Para a realização dessas ações é necessário que o SLogo se comunique com a interface POP1, isso é realizado pelos comandos “servo” e “lersensor” e os demais comandos da biblioteca de robótica específica para a interface POP1.

Segundo Chella (s.d.), esses comandos associados aos já existentes na biblioteca do SLogo são capazes de controlar totalmente a interface, possibilitando o desenvolvimento dos mais diversos tipos de dispositivos.

Biblioteca da interface POP1

Comando	Função realizada	Sintaxe:
iniporta	Inicializa a porta Com1 com os parâmetros necessários a interface.	iniporta
servo	Controla os servomotores.	<p>Servomotor de posição</p> <p>servo <qual servo> <posição></p> <p><qual servo> indica o servo a ser controlado <posição> indica a posição que o servo deve assumir, podendo variar de 0 a 255</p> <p>Exemplo: servo 1 170</p> <p>Servomotor de rotação</p> <p>servo <qual servo> <velocidade></p>

		<p><qual servo> indica o servo a ser controlado</p> <p><velocidade> indica o sentido e a velocidade que o servo deve assumir; pode variar de 0 a 255. Sendo 0 o valor para parar e 125 o valor que o servo alterna o sentido de rotação entre horário e anti-horário e 0 para.</p> <p>Exemplo: servo 2 90</p>
lersensor	Leitura do estado dos sensores conectados a interface.	<p>lersensor <qual sensor></p> <p><qual sensor> indica o sensor a ser lido; o parâmetro pode variar de 1 a 4</p> <p>Exemplo: mostre lersensor 3</p>
saidadigital	Liga e desliga as saídas digitais da interface.	<p>saidadigital <qual saída> <valor></p> <p><qual saída> indica a saída a ser controlada, pode variar de 1 a 3 <valor> pode ser 1 para ligar a saída ou 0 para desligar.</p> <p>Exemplo: saidadigital 2 0</p>
fecheporta	Finaliza a comunicação da interface com o SuperLogo.	fecheporta

Quadro 2: Comando da biblioteca da interface POP1

Fonte: Dados da pesquisa

Os comandos podem ser executados diretamente da caixa de entrada da janela de comandos. Como exemplificado abaixo, o <servo 1 1> inicia o movimento do servomotor em velocidade máxima no sentido horário.

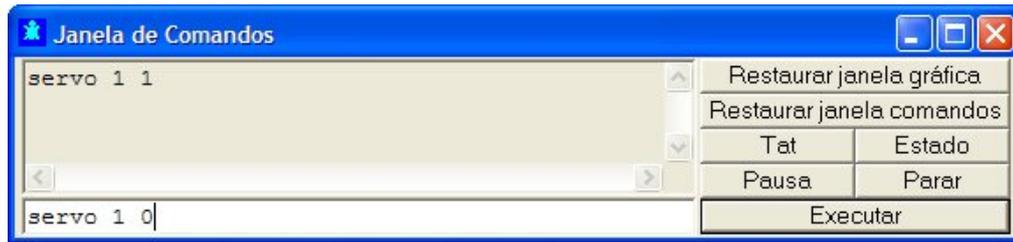


Figura 20: Exemplo de comando
Fonte: Software SLogo

Existe a possibilidade também de elaboração de procedimentos, que consiste em listar de forma ordenada todos os comandos necessários para realizar os movimentos desejados no dispositivo construído.

A edição desses procedimentos se caracteriza como um ato de programação, pois após o seu término e gravação é possível usar o procedimento como um novo comando da biblioteca do SLogo.

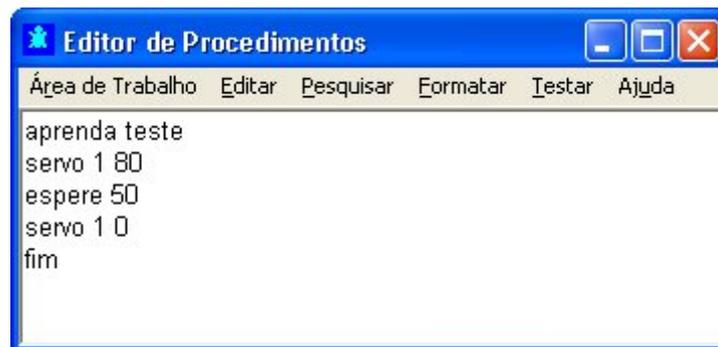


Figura 21: Exemplo de procedimento – teste
Fonte: Software SLogo

Esse procedimento listado acima, se utilizado na roda gigante, inicia seu movimento com a velocidade 80 durante um intervalo de 50 unidades de tempo do SLogo e depois para. Tal procedimento é realizado bastando apenas inserir na caixa de entrada o comando “teste”, após a sua criação.

A combinação dos comandos específicos da interface POP1, com os já existentes no SLogo, propiciam uma infinidade de combinações que possibilitam as mais diversas utilizações como auxílio às práticas de ensino.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Apresentam-se aqui as diretrizes para determinar a escolha dos envolvidos na pesquisa, as bases para coleta de dados e uma análise preliminar da situação a ser estudada. O propósito é criar condições para a elaboração de um produto que atenda da melhor forma possível aos objetivos do trabalho e sirva de complemento às práticas de ensino de matemática.

4.1 Caracterização do universo

A presente pesquisa, que pretende responder de que forma a manipulação de modelos robóticos controlados pelo programa Slogo pode contribuir para o ensino de tópicos de matemática do Ensino Médio, foi realizada em um grupo de doze alunos de uma escola particular da cidade de Belo Horizonte.

Como critérios de inclusão, foram considerados todos os alunos regularmente matriculados e frequentes na segunda série do Ensino Médio. O desempenho escolar não foi fator de relevância para a escolha.

Buscando-se confiabilidade dos resultados e com o objetivo de valorizar as experiências compartilhadas, por conveniência foram selecionados aqueles alunos que tivessem capacidade para expressar e fornecer informações relevantes ao tópico a ser pesquisado e que apresentassem disponibilidade adequada de tempo.

Com esses critérios a amostra foi formada 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 o pesquisador é também o professor de matemática dos alunos e possui um momento específico incluso na carga horária para trabalhar robótica educacional. Sendo assim, os momentos de construção, experimentação e coleta de dados se deram no laboratório de robótica, e a parte de exploração matemática ocorreu em sala de aula.

4.2 Coleta de dados

Para a coleta das informações de campo adotou-se a observação sistemática, que de acordo com Marconi e Lakatos (2008, p.78) se realiza em condições controladas, porém sem normas padronizadas, onde o observador/pesquisador tem claro quais os pontos que refletem maior interesse para a pesquisa, sendo capaz de identificar erros e eliminar a sua influência. Para registro metódico dos dados foi utilizado um caderno de anotações e câmera fotográfica.

Segundo os referencias escolhidos, Marconi e Lakatos (2008), do ponto de vista científico temos como vantagens da observação sistemática a menor exigência do observador, não dependência de introspecção ou reflexão. Esse método possibilita o estudo de uma ampla variedade de fenômenos e permite a coleta de fatos comportamentais, apresentando flexibilidade para evidenciar os fatos.

Em contrapartida, apresenta limitações como a interferência de fatores externos, a ocorrência de fatos simultâneos, o que dificulta o registro; o observado pode criar impressões favoráveis ou desfavoráveis no observador, com isso perde-se a espontaneidade do observado. Por esses motivos a observação sistemática não deve ser o único meio para coleta de dados.

Para garantir maior confiabilidade dos resultados, complementa-se a coleta de dados com a entrevista despadronizada focalizada, que segundo Marconi e Lakatos (2008) é aquela em que o entrevistador segue um roteiro de tópicos relativo ao problema em estudo, existindo a possibilidade de realizar perguntas que não foram inseridas no roteiro. Esse instrumento é uma forma de explorar mais amplamente uma questão, e pode criar um clima de conversação informal no ato de aplicação.

4.3 Sequência didática

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 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*, que 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 funcionamento é necessário a sua programação, após o domínio da programação 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.

4.4 Estudo Piloto

Visando garantir uma sequência didática que atinja os objetivos propostos inicialmente na pesquisa e que não apresente dificuldades para sua realização, optou-se pela aplicação do estudo piloto que subsidiará o pesquisador de informações relevantes para a análise preliminar, em que será possível a readequação dos pontos críticos observados.

O estudo piloto foi constituído de 5 atividades, quais sejam:

Atividade 1: Aborda conceitos de desenho geométrico, sendo solicitada a construção de hexágonos regulares com régua e compasso. Observou-se inicialmente dificuldade no manuseio do compasso e interpretação das medições realizadas com a régua, porém os estudantes encontraram estratégias para superar as dificuldades, o que resultou em hexágonos com grande precisão. Cabe destacar a insuficiência de tempo para a realização e a grande demanda de auxílio para a construção dos desenhos. Essa demanda está diretamente ligada à limitação da coordenação motora, provavelmente pelo contato inicial com os instrumentos; ressalta-se aqui que os estudantes envolvidos na pesquisa não tiveram o conteúdo de desenho geométrico nas séries anteriores.

Visando a construção do modelo robótico em um processo mais dinâmico, optou-se por readequar essa atividade em um molde impresso a ser entregue para recorte das partes necessárias. A atividade piloto está inserida na íntegra no Apêndice.

Atividade 2: É constituída de quatro páginas, e busca suporte nos hexágonos construídos na atividade 1. Pela característica não linear do processo de construção da roda gigante, observou-se que durante a utilização, quando as informações estavam presentes nas páginas finais, os estudantes não tinham interesse em buscá-las, optavam em perguntar ao mediador do processo ou criarem soluções próprias; esse fato é explicado pelas concepções de design de Valente (1993), quando afirma que os caminhos para a solução podem ser percorridos de acordo com os interesses pessoais.

Para evitar resultados muito distintos da proposta, que é a roda gigante, optou-se em remodelar a atividade de forma que sua apresentação estivesse contida em apenas uma página com uma diagramação amigável. A atividade piloto está inserida na íntegra no Apêndice.

Atividade 3: Aborda os conceitos de triângulos equiláteros, posições relativas entre retas, cálculo de área e comprimento. Na análise inicial pode-se observar, sobre os conceitos de triângulos, que nem todos os estudantes utilizando o transferidor para realização de medidas conseguiram concluir que os triângulos construídos na roda gigante são equiláteros, demonstrando ainda incoerência sobre a soma dos ângulos internos de um triângulo. Ver relato – protocolo 1.

2) O que você sabe a respeito da soma dos ângulos internos de um triângulo?

A soma dos ângulos internos da 360°

3) Sobre a medida total encontrada, o que você pode dizer?

Que ela é 360°.

Protocolo 1: Registro de atividade

Sobre as posições relativas de retas, as paralelas não apresentaram dificuldade, porém observa-se um desentendimento sobre as retas concorrentes e

perpendiculares. O último tema abordado, área e comprimento, no qual é fornecido todas as fórmulas e estrutura sequencial para resolução, não atingiu o grau de interesse esperado, pois apenas um aluno resolveu por completo a questão, os demais não demonstraram esforço algum para resolver.

A proposta apresentada neste trabalho pretende contemplar as concepções de design, preconizadas por Valente, que por natureza geram uma nova relação entre os sujeitos e extrapolam os referenciais de linearidade. Sendo assim, é necessário o envolvimento a todo instante do aluno, e essa atividade transmitiu o sentimento de distanciamento do modelo construído, resultando em desinteresse, uma vez que as observações apontam que a vontade dos sujeitos é ver a roda gigante em movimento. Por esse motivo decidiu-se excluí-la da sequência, inserindo-a na íntegra no Apêndice.

Atividade 4: Aborda a estrutura de programação oferecida pelo software SLogo e as estratégias para elaboração e refinamento. Foi possível observar os estudantes reestruturando as informações preliminares e discussões calorosas em busca da melhor solução para o funcionamento da roda gigante. Com isso, demonstrou-se inicialmente atender aos objetivos, uma vez que despertou o interesse dos alunos e propiciou conteúdo para análise posterior, atendendo aos pressupostos construcionistas de Papert e estabelecendo relação estrita com conceitos elementares de matemática. Mesmo a atividade apresentando pontos favoráveis, decidiu-se pela sua reestruturação visual. A atividade piloto encontra-se na íntegra no apêndice.

Atividade 5: A partir de observações do movimento da roda gigante, a atividade dividiu-se em três partes: a primeira aborda a construção de gráficos lineares; a segunda explora o movimento sob o ponto de vista do período descrito; e por último, a partir de um procedimento previamente estabelecido, explora-se a modelagem de funções do segundo grau.

Durante a aplicação das atividades os grupos gastaram cerca de 50 minutos para encontrar as estratégias e realizar as medições, utilizando o cronômetro, do número de voltas para a construção dos gráficos lineares.

Foi um momento propício para discussões sobre como podemos transformar situações do cotidiano em gráficos. Porém pela extensão dessa atividade optou-se

no seu desmembramento em duas outras, uma abordando apenas a modelagem de gráficos lineares e outra apenas a modelagem de funções do segundo grau. Essa atividade na íntegra encontra-se no apêndice.

Entrevista – Análise: Após a execução das tarefas foi realizada uma entrevista com os alunos, constatando-se que nenhum dos estudantes envolvidos na pesquisa possuía conhecimento prévio sobre trabalhos que utilizam a robótica educacional como ferramenta para o ensino de matemática. Destaca-se que esse desconhecimento não foi um obstáculo complexo a ser superado.

Ficou nítido o estabelecimento de relações diretas com conceitos matemáticos, podendo ser destacado: a geometria no que tange as medidas, os ângulos, as figuras planas e/ou sólida, a proporcionalidade explícita na realização de cálculos para a elaboração dos programas de controle de rotação da roda gigante, e a construção de gráficos que utilizam as variáveis velocidade *versus* tempo. Isso torna possível apontamos a eficiência da proposta na fixação e contextualização de conceitos matemáticos.

É possível constatar que a realização das tarefas propiciou o trabalho em grupo, incentivando a busca de estratégias para resolução de problemas, o que transforma o aluno em um construtor, aproximando-o a um engenheiro, corroborando, assim, com os conceitos de Design propostos por Valente.

A dificuldade relatada foi a falta de habilidade no manuseio de ferramentas e/ou instrumentos, o que resultou em modelos com aparência imprecisa, não sendo explícita por nenhum participante outra dificuldade.

Sobre as questões presentes na sequência didática, relataram entendimento sobre as solicitações, compreenderam que a realização busca explorar e orientá-los sobre conceitos matemáticos. É importante destacar o relato sobre o tamanho das atividades propostas, porém não existiu questionamento sobre a impossibilidade de resolução, e sim sobre o tempo necessário para aplicação, uma vez que podemos configurar essas atividades extensas para o tempo reservado.

Após essa etapa, toma-se necessária uma readequação das atividades levando em consideração: tempo para realização, o tamanho das atividades e os conteúdos envolvidos. De modo que seja possível a utilização da proposta em conformidade com as demandas institucionais.

5 ATIVIDADES

5.1 Atividade 01 – Montagem da roda gigante

Montando uma Roda Gigante

com o professor Saulo Furlatti

Material	Dimensão	Quantidade
Garrote	2,5 cm	18
Palito de churrasco	13 cm	12
Palito de churrasco	7,5 cm	6
Palito de churrasco	17 cm	1
Palito de churrasco	5 cm	2
Papelão	24 cm	6
Papelão	15 cm x 28 cm (retângulo)	1
Tampa de refrigerante (PET)	Lado = 2,5 cm (hexágono)	2

Se necessário utilize os instrumentos adequados e dimensione o material para a estrutura da roda gigante.

1°

Montando a lateral da roda gigante

Molde e Gabarito

- Recorte os dois hexágonos e fure-os no ponto equidistante das arestas de cada hexágono com o diâmetro de um palito.
- Cole nos hexágonos os palitos de 13 cm, ligando o furo ao vértice.

Dica: posicione cuidadosamente os palitos e cole-os de acordo com os gabaritos.

2°

Montando a roda

- Conecte os garrotes às extremidades dos palitos da **lateral** da roda até a metade.
- Conecte os palitos de 7,5 cm ligando as duas **laterais**.
- Coloque o palito de 17 cm nos furos dos hexágonos de papelão formando assim o eixo da roda gigante.

Para maior rigidez utilize cola na parte interna do eixo.
Passe uma fita adesiva nessa nova estrutura formando assim um esqueleto de prisma hexagonal regular.

3°

Montando a base

- Conecte os palitos de 24 cm formando um triângulo.

Não Esqueça!!

- Corte as tampas de modo a encaixar os vértices dos triângulos.
- Depois de coladas, fure uma das tampas em cada triângulo para encaixar a roda.

4°

Instalando o servo motor

- Introduza os palitos de 5 cm nos orifícios do servo motor e cole-os com cola quente.
- Fixe o servo motor ao eixo da roda gigante também com cola quente.

É necessário

Régua, servo-motor, lápis, borracha, tesoura, alicate, aplicador de cola quente e bastão de cola quente.

5.1.1 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.

5.1.2 Descrição

Para a execução dessa atividade é 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, 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.

5.1.3 Análise da aplicação

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 é 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 são abordados em questionamentos e instruções dadas pelo professor/pesquisador 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 (1988) 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 02 – Programação

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.



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]

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
Espere Determina quanto tempo o programa SuperLogo deve esperar para realizar o próximo comando.	Espere <tempo> Ex.: Espere 90
Repita Repete um comando um número determinado de vezes.	Repita <no de vezes>[comando a ser repetido] Ex.: repita 4 [servo 1 90 espere 90 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.

5.2.1 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.

5.2.2 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, cabo serial e interface de controle e também informações sobre os comandos necessários para controle da roda gigante.

Após essas informações é 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 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 seguinte alternativas e os respectivos detalhamentos:

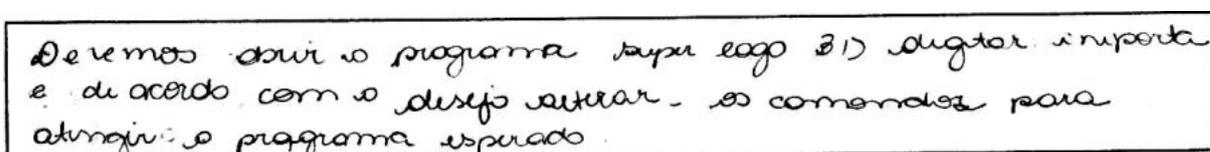
Questão 2 – a: Incentiva os sujeitos a expressarem uma sequência algorítmica lógica informal de um procedimento para controle da roda gigante que apresenta um certo grau de complexidade, pois envolve o conceito de repetição.

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 <repite> como estratégia para minimizar a estrutura do programa.

5.2.3 Análise da aplicação

Para a análise 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 forma clara os procedimentos “iniciar”, “manter” e “parar” a rotação da roda gigante. Ver protocolo 2.



Devemos criar o programa para logo 31) digitar a resposta e de acordo com o desejo retirar os comandos para atingir o programa esperado.

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 transcreveram 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
uns 2 segundos

Protocolo 5: Aluno do grupo 4

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, 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 suporte 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 51 espere 1500 servo 50

$$\frac{50}{x} = \frac{1}{30} \quad x = 1500 \quad \text{1. Rodou} \approx 27 \text{ sec}$$

Protocolo 7: Aluno do grupo 4

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.

$$\frac{1000}{360} = 2,7$$

2,7
2 voltas completas

Protocolo 9: Aluno do grupo 2

Após isso 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 22 e a síntese dos questionamentos dos estudantes:

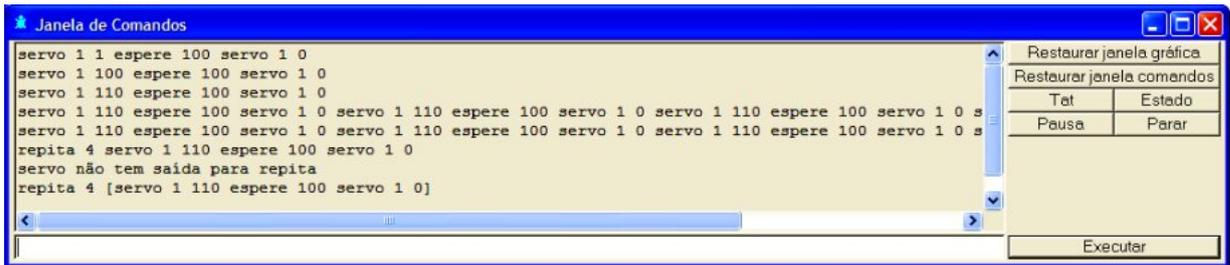


Figura 22: Janela de comandos do software SLogo

Fonte: Software Slogo

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 03 – Estudando funções do 1º grau com a roda gigante

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

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 modela o movimento da roda gigante no gráfico a.

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

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.

B Servo com velocidade 140

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

11, N°. Voltas

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

0

Tempo (seg)

0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70

11, N°. Voltas

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

0

Tempo (seg)

0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70



5.3.1 *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.

5.3.2 *Descrição*

No seu desenvolvimento 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 deve-se 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 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:

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 na pesquisa.

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

Questão 2 – f: Esta última questão aborda de forma direta os conceitos da relação envolvida entre domínio e imagem, no caso, tempo x n° 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.

5.3.3 Análise da atividade

Sobre a estratégia para coleta dos dados, podemos categorizá-la em duas partes, sendo a primeira dos estudantes que acionaram cronômetro na primeira volta e 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, 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

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, com foco em objetivos educacionais, quando argumenta que estruturas internalizadas interagem com o mundo exterior em contextos específicos ou modelados. Com isso 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 segundo, a segunda será em 12, a terceira em 18, etc.

Essa argumentação é procedente, porém reproduzirá uma situação extremamente 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, 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

Segunda volta 21,81 segundos, ao invés de 23,64 segundos.

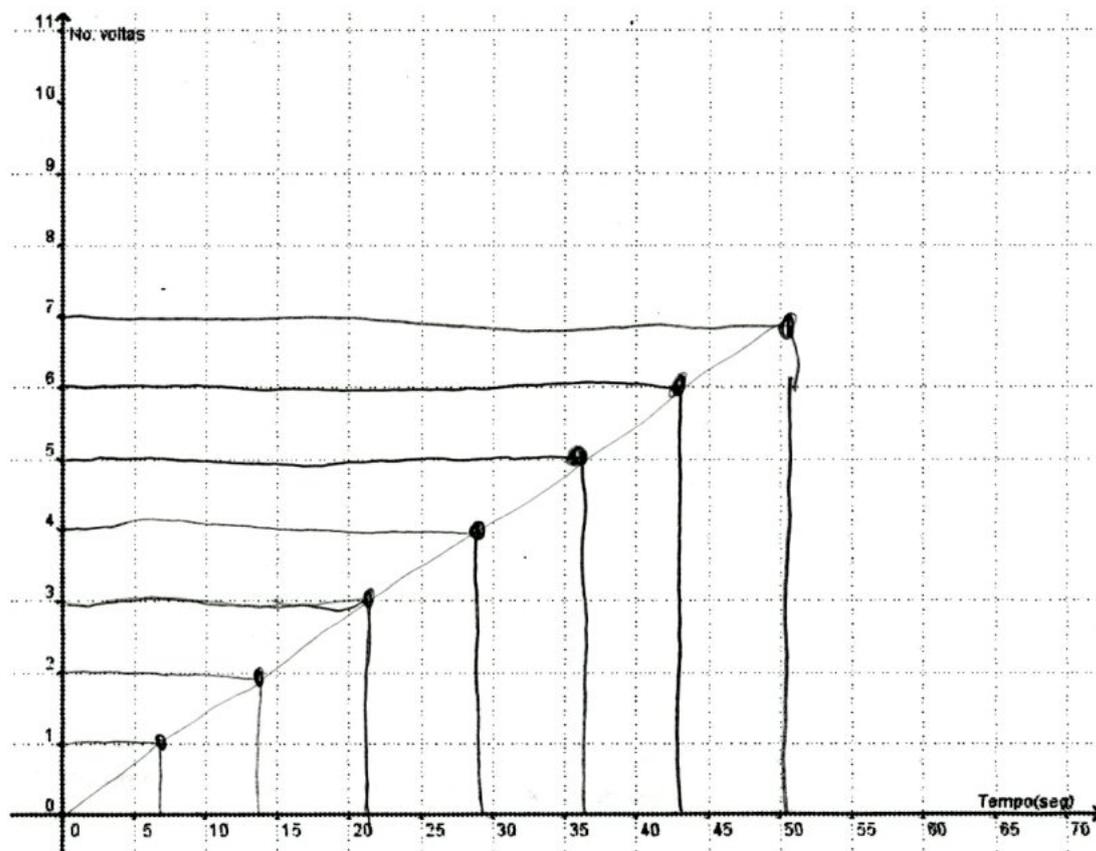
Segunda volta 14,90 segundos, ao invés de 15,76 segundos.

Primeira volta 7,88 segundos

Protocolo 13 – Aluno do grupo 2

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

Nesse momento existe 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.



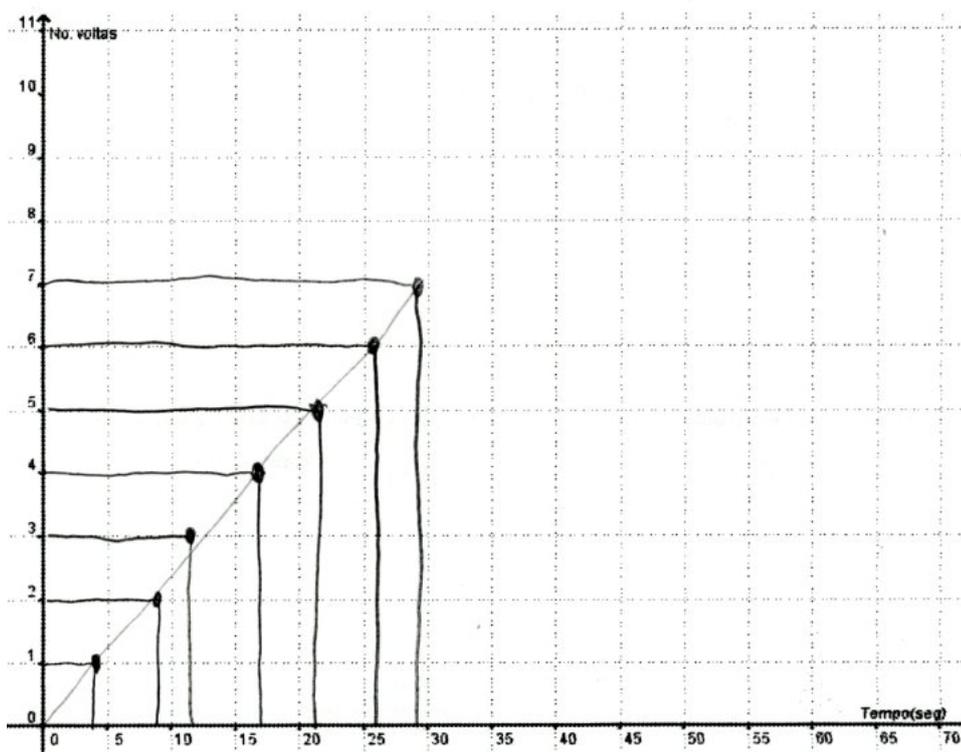
Protocolo 14: Aluno do grupo 1

Um integrante do grupo 1 explicita que bastaria engrossar a reta, que passaria por todos os pontos, logo em seguida conduzi 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, quando argumenta sobre a contemplação do diálogo entre aprendiz-professor e aprendiz-aprendiz e a existência 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 resultado semelhantes, observemos o protocolo 15.



Protocolo 15 – Aluno do grupo 3

Sobre os gráficos é possível constatar que uma parte dos alunos conclui que a inclinação sofre alteração à medida que se aumenta 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.

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 23 e 24), 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.

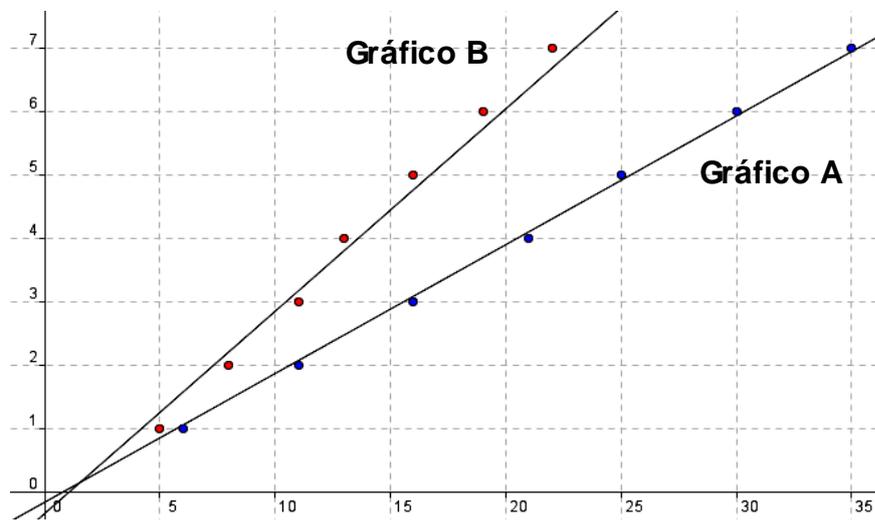


Figura 23: Interpretação gráfica dos resultados da atividade 3 – A
Fonte: Dados da pesquisa

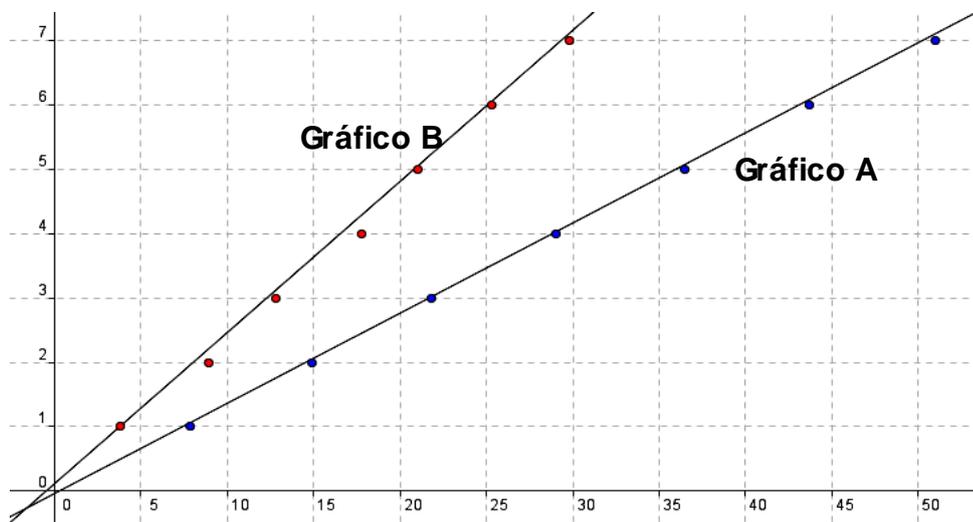


Figura 24: Interpretação gráfica dos resultados da atividade 3 – B
Fonte: Dados da pesquisa

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 $f(x) = ax + b$.

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.

Numero de voltas em relação ao tempo / Função 1º grau

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 destreza e sem resistências pelos estudantes, e que 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, sendo apresentada abaixo.

Cálculo para modelagem do Gráfico A. Ver protocolo 19.

$$\begin{array}{l}
 f(x) = ax + b \\
 A = (x, y) \quad B = (x, y) \quad D = \begin{vmatrix} 6 & 1 \\ 30 & 6 \end{vmatrix} \quad 6 \cdot 6 - 30 = -24 \quad S = \left\{ \begin{array}{l} \frac{5}{-24}, \frac{6}{-24} \end{array} \right\} \\
 6 = (6, 1) \quad 30 = (30, 6) \quad D_x = \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 6 & 6 \end{vmatrix} \quad 1 \cdot 6 - 6 = -5 \quad S = \{0,21, -0,25\} \\
 \begin{cases} ax + b = y \\ ax + b = y \end{cases} \quad \begin{cases} 6a + b = 1 \\ 30a + b = 6 \end{cases} \quad D_y = \begin{vmatrix} 6 & 0 \\ 30 & 0 \end{vmatrix} \quad 6 \cdot 0 - 30 = -30 = 6 \quad f(x) = 0,21x - 0,25
 \end{array}$$

Protocolo 19: Aluno do grupo 2

Cálculo para modelagem do Gráfico B. Ver protocolo 20.

$$\begin{aligned}
 A &= \begin{vmatrix} 50 & 10 \\ 22 & 10 \end{vmatrix} = 1 \\
 D &= \begin{vmatrix} 5 & 1 \\ 22 & 1 \end{vmatrix} = 5 - 22 = -17 \\
 Dx &= \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 7 & 1 \end{vmatrix} = 1 - 7 = -6 \\
 Dy &= \begin{vmatrix} 5 & 1 \\ 22 & 7 \end{vmatrix} = 35 - 22 = 13 \\
 S &= \left\{ \frac{-6}{-17}, \frac{13}{-17} \right\} = \{ 0,35; -0,76 \} \\
 f(x) &= 0,35x - 0,76
 \end{aligned}$$

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

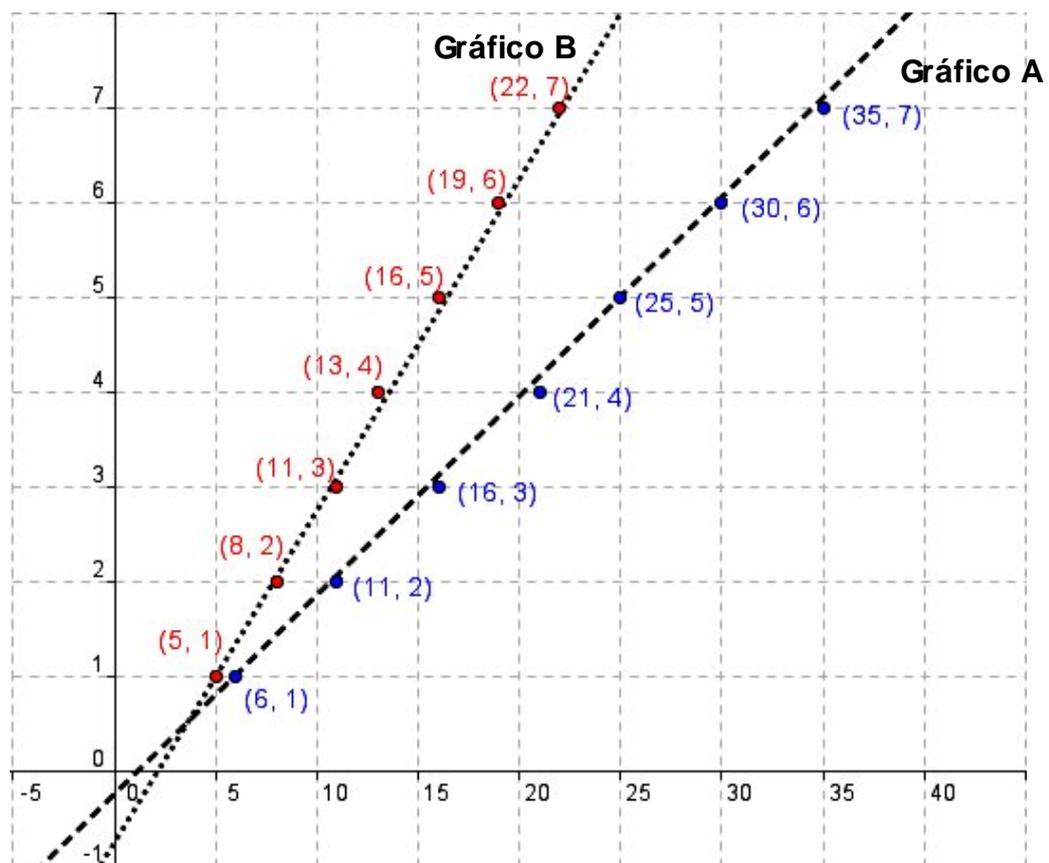


Figura 24: Funções do 1º grau modeladas pelos estudantes

Fonte: Dados da pesquisa

Todo esse processo entra em conformidade com os pressupostos apresentados por Biembengut e Hein. Primeiro, quando afirmam que o modelo pode

ser apresentado como fórmulas, tabelas ou gráficos, e segundo, 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 afirmam 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 registro conforme protocolo 20. Sendo possível realizar conjecturas sobre o conhecimento da relação 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.

$$\begin{aligned}
 y &= 0,21 (3600) - 0,25 \\
 y &= 755,75 - 0,25 \\
 y &= 755,50 \\
 \text{Aproximadamente } 755 \text{ voltas}
 \end{aligned}$$

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 04 – Estudando funções do 2º grau com a roda gigante

ESTUDANDO FUNÇÕES DO 2º GRAU COM A RODA GIGANTE

com o professor Saulo Furletti

Material necessário:
Cronômetro, calculadora, lápis e papel

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

```

1º
Editor de Procedimentos
-----
Ação de Trabalho  Editar  Desquisar  Formatar  Testar  Ajuda
aprenda graf
servo 1 160  espere 850
servo 1 162  espere 750
servo 1 164  espere 500
servo 1 166  espere 400
servo 1 168  espere 300
servo 1 170  espere 300
servo 1 172  espere 300
servo 1 175  espere 200
servo 1 172  espere 300
servo 1 170  espere 300
servo 1 166  espere 400
servo 1 164  espere 500
servo 1 162  espere 750
servo 1 160  espere 850
servo 1 0
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 **Nº. 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 modela o movimento da roda gigante.

5.4.1 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.

5.4.2 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. A atividade 1 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 oitava⁶ 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 diferença 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).

⁶ Equipamentos diferentes podem resultar em uma quantidade diferente de voltas.

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 o modelagem dessa parábola é que durante o movimento da roda gigante o intervalo de o 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 aumenta. 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.

5.4.3 Análise da aplicação

A respeito dos comandos digitados no editor de procedimentos do Slogo, observou-se um funcionamento diferente ao testado anteriormente pelo pesquisador, 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 decimais, por experiência da atividade anterior, se justificando, conforme previsto por Papert, 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, assim 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

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
69	72	74	77	80	83	85	89	93	96	104	105	111	117	124				
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 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 capacidade 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 idéia de uma parábola, resultando em 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 está intrínseca 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:

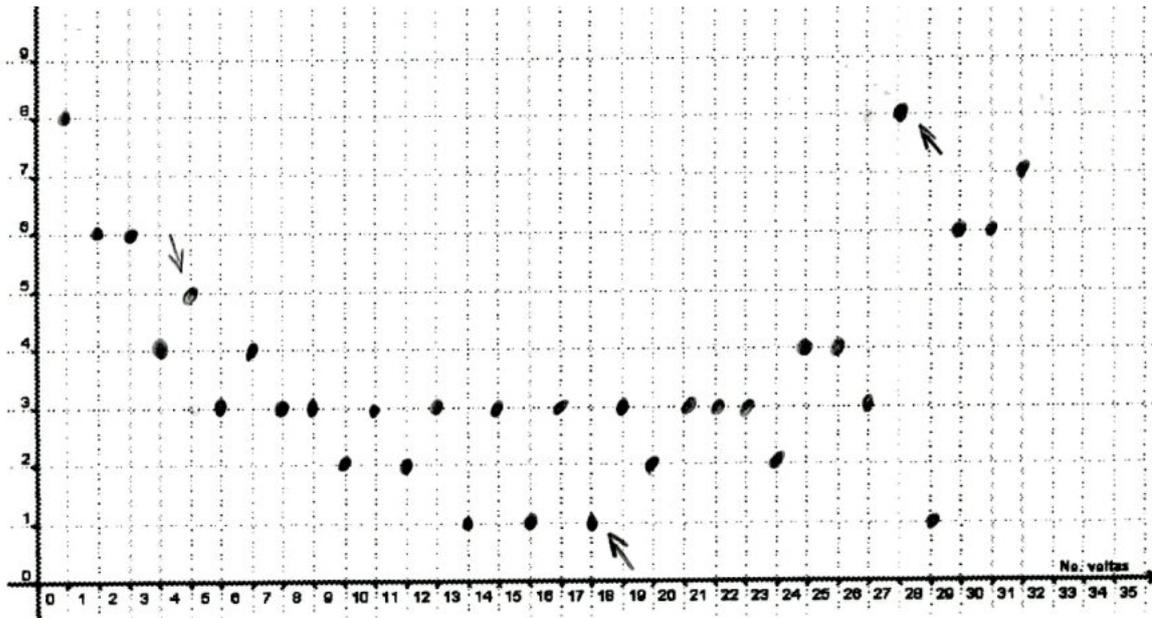
“Deu uma parábola por causa da subtração dos tempos, quando a roda está rápida o resultado é pequeno e quando está devagar é grande.”

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 situação em uma sala de aula tradicional esperaria uma explicação convincente unicamente do professor, e 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 transferidas para os estudantes, que se tomam 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 solicita a construção do modelo matemático de uma função do 2º grau que melhor se aproxima dos pontos encontrados, que, segundo Biembengut e Hein, 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 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.



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:

$$\begin{array}{l}
 \boxed{ax^2 + bx + c = 0} \\
 \boxed{0,03x^2 + 1,01x + 1,37 = 0} \\
 \begin{cases}
 16a + 4b + 7 = 6 \\
 256a + 16b + 7 = 1 \\
 900a + 30b + 7 = 6
 \end{cases}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 c \equiv 7 \quad a \geq 1 \quad v = (8, 1) \\
 S = \left(\frac{D_x}{D}, \frac{D_y}{D}, \frac{D_z}{D} \right) \\
 S = \left(\frac{-910}{-30576}, \frac{30940}{-30576}, \frac{-41809}{-30576} \right) \\
 S = (0,03, -1,01, 1,37)
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 D = \begin{vmatrix} 16 & 4 & 7 & 16 & 4 \\ 256 & 16 & 7 & 256 & 16 \\ 900 & 30 & 7 & 900 & 30 \end{vmatrix} \\
 -100800 - 3360 - 7168 + 25200 + 53760 = -30576 \\
 4 + 1792
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 D_y = \begin{vmatrix} 16 & 6 & 7 & 16 & 6 \\ 256 & 1 & 7 & 256 & 1 \\ 900 & 6 & 7 & 900 & 6 \end{vmatrix} \\
 -6300 - 672 - 10752 + 112 + 37300 + 10762 \\
 = +48664 - 17724 = 30940
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 D_x = \begin{vmatrix} 6 & 4 & 7 & 6 & 4 \\ 1 & 16 & 7 & 1 & 16 \\ 6 & 30 & 7 & 6 & 30 \end{vmatrix} \\
 -672 - 1260 - 27 + 672 + 168 + 210 = -910
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{l}
 D_z = \begin{vmatrix} 16 & 4 & 8 & 16 & 4 \\ 256 & 16 & 1 & 256 & 16 \\ 900 & 30 & 6 & 900 & 30 \end{vmatrix} \\
 -86400 - 480 - 6144 + 1536 + 3600 + 46080
 \end{array}$$

Protocolo 25: Aluno do grupo 1

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, porém 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 tecer comentários sobre as incorreções e explicar sobre a função que modela o fenômeno estudado.

Observa-se na figura abaixo 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.

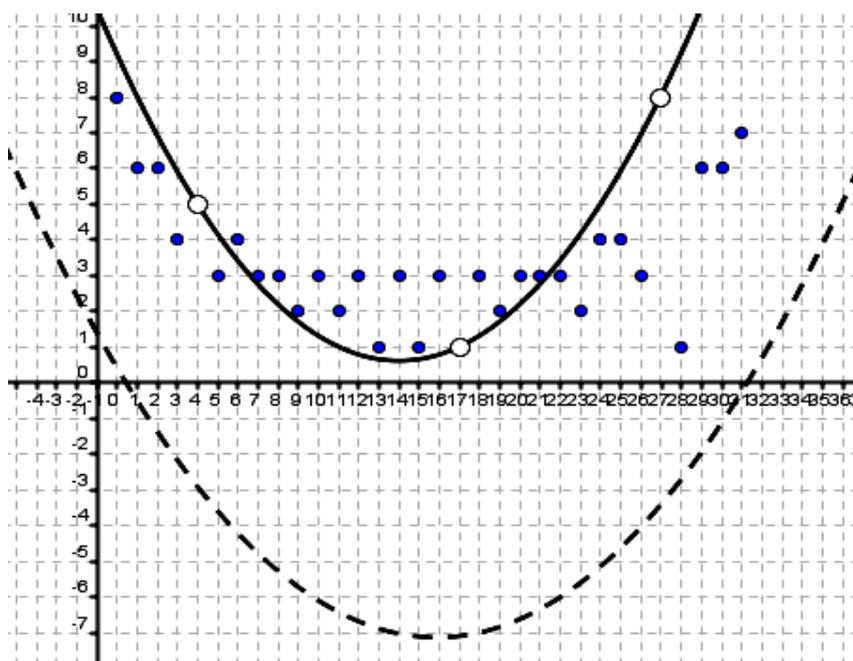


Figura 25: Gráfico suporte para discussão
Fonte: Dados da pesquisa

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 relata (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 em suas afirmações de que a partir da robótica educacional é possível explorar conceitos de áreas distintas, incluindo a matemática.

O pesquisador 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 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.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

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 desenvolverem trabalhos.

Espera-se que a proposta amenize as resistências existentes, explicitando condições para o desenvolvimento no ambiente educacional, porém não é objetivo atender a todas as demandas existentes.

Pressupõe-se, após a realização dos levantamentos da literatura e 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 na precisão dos trabalhos resultantes. Neste momento, em que se contempla a construção manual, os conceitos matemáticos perpassam de modo natural fornecendo suporte aos envolvidos, sem configurarem como entraves ou obstáculos que causem desmotivação.

É possível observar um desconhecimento inicial sobre a lógica estrutural de um programa, porém as orientações apresentadas na atividade conduziram de forma satisfatória a elaboração de programas no software SLogo capazes de controlarem 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 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 possuíram condições para a modelagem de funções do primeiro e segundo grau, o que criou um momento favorável à interpretação de resultados e articulação dos conceitos matemáticos específicos para o processo de modelagem condizentes à capacidade cognitiva dos envolvidos.

Com os resultados obtidos, as conclusões da pesquisa convergem de forma favorável à manipulação de modelos robóticos como ferramenta auxiliar no ensino de conceitos matemáticos, uma vez que foi possível abordar vários tópicos de forma contextualizada em que os cálculos fluíram com naturalidade 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.

Com isso, 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, demonstram-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 e discussões.

A abordagem realizada na presente pesquisa 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 aprofundamento de pesquisas com propostas similares ao tema abordado pode gerar uma transformação positiva ao fazer pedagógico dos profissionais que lidam com o Ensino de Matemática.

REFERÊNCIAS

Ackermann, Edith. **Construtivismo ou Construcionismo**: Qual é a diferença? 2008. Disponível em <http://www.cec.g12.br/artigos/artigo_004.pdf>. Acesso em 15 ago. 2009.

ALMEIDA, Maria A. **Possibilidades da robótica educacional para a educação matemática**. Paraná, 2007. Disponível em: <www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/363-4.pdf> Acesso em: 21 fev. 2010

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini (Org.). **O aprender e a informática**: A arte possível na formação do professor. São Paulo: USP/Estação Palavra, 2002. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObra> Download.do?select_action=&co_obra=40245&co_midia=2>. Acesso em: 21 jul. 2009

AURÉLIO. **Dicionário da língua portuguesa online**. 2010. Disponível em: <<http://www.dicionariodoaurelio.com/>>. Acesso em: 05 ago. 2009.

BARANAUSKAS, Maria Cecília Calani. Procedimentos, função, objeto ou lógica? Linguagens de programação vistas pelos seus paradigmas. In: VALENTE, José Armando (Org). **Computadores e Conhecimento**: repensando a educação. São Paulo, Gráfica Central da UNICAMP, 1993. Cap.3, p.45-63.

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: 2007. Contexto. 127 p.

BEAN, Dale. O que é modelagem matemática? **Educação matemática em revista**, São Paulo, n. 9/10. ano 8, p.49-57, 2001.

BELMIRO, Ângela. Fala, escrita e navegação: caminhos da cognição. In: COSCARELLI, Carla Viana (Org.). **Novas tecnologias, novos textos, novas formas de pensar**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006. p.13-22.

BENITTI, Fabiane Barreto Vavassori *et al.* Experimentação com robótica educativa no Ensino Médio: ambiente, atividades e resultados. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DA COMPUTAÇÃO, 19, 2009, Bento Gonçalves. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação 2003. Disponível em: <www.sbc.org.br/bibliotecadigital/download.php?paper=1282>. Acesso em: 19 fev. 2010.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática na era da educação matemática**. 3. ed. Belo Horizonte: 2003. Autêntica. 99 p.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais do Ensino Médio – bases legais**. Brasília: MEC/SEE, 2000a. 109 p.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais do Ensino Médio – parte III – ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEE, 2000b. 58 p.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais do Ensino Médio – Orientações educacionais complementares os parâmetros curriculares educacionais do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEE, 2004. 144 p.

CHELLA, Marco Túlio. **Ambiente de robótica para aplicações educacionais com SuperLogo**. 2002. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e da Computação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CHELLA, Marco Túlio. **Robótica educacional: guia prático**. [S.l.]: [S.n.], s.d. Disponível em: <http://www.grandeideiaestudio.com.br/ebook_robotica_educacional/index.htm>. Acesso em: 21 nov. 2009

CORRÊA, Juliane. Novas tecnologias da informação e da comunicação; novas estratégias de ensino/aprendizagem. In: COSCARELLI, Carla Viana (Org). **Novas tecnologias, novos textos, novas formas de pensar**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006. p.43-50.

COSCARELLI, Carla Viana (Org.). **Novas tecnologias novos textos, novas formas de pensar**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2006. 143 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.

CURCIO, Christina Paula De Camargo. **Proposta de método de robótica educacional de baixo custo**. 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia, do Instituto de Engenharia do Paraná) – Instituto de Tecnologia Para o Desenvolvimento, Paraná, Curitiba.

D'ABREU, João Vilhete Viegas. **Construção de um traçador gráfico para fins educacionais**. 1994. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FAGUNDES, Carlos Artur Nepomuceno *et. al.* Aprendendo Matemática com Robótica. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, Rio Grande do Sul, v. 3, n. 2, nov. 2005. Disponível em: <www.cinted.ufrgs.br/renote/nov2005/.../a15_robotica.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2010

FERNANDES, Elsa; FERMÉ, Eduardo; OLIVEIRA, Rui. **Viajando com robots na aula de matemática**. 2007. Disponível em: <<http://dme.uma.pt/people/faculty/elsa.fernandes/artigos/chall07.pdf>>. Acesso em: 19 fev. 2010.

FIORENTINI, Dario; MIORIM, Maria Ângela. Uma reflexão sobre o uso de materiais concretos e jogos no Ensino da Matemática. **Boletim SBEM-SP**, São Paulo, n. 7, ano 4, 1990.

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.

GONÇALVES, Paulo César. **Protótipo de um robô móvel de baixo custo para uso educacional**. 2007. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da computação) – Universidade Estadual de Maringá, Paraná.

GUIMARÃES, Ângelo de Moura; DIAS, Renildes. Ambientes de aprendizagem: Reengenharia da sala de aula. In: COSCARELLI, Carla Viana (Org.). **Novas tecnologias, novos textos, novas formas de pensar**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006. p.23-42.

http://www.whsrobotics.net/images/200_RCX3.gif . Acesso em: 21 nov. 2009.

<http://i.i.com.com/cnwk.1d/i/ne/p/2006/16leggo550x322.jpg>. Acesso em: 21 nov. 2009.

<http://www.daescola.com.br/portal/uploads/Geral/Clipping/36298/image/novo4.jpg>. Acesso em: 21 nov. 2009.

<http://www.daescola.com.br/portal/uploads/Geral/Clipping/36298/image/novo2.jpg>. Acesso em: 21 nov. 2009.

http://www.imbrax.com.br/_repositorio/cyberbox_03.jpg. Acesso em: 21 nov. 2009.

http://www.cerne-tec.com.br/xinterface_193x196.jpg. Acesso em: 21 nov. 2009.

LABELAGINE, Aliete Ceschin. **A construção da prática pedagógica do professor: o uso do Lego/robótica na sala de aula**. 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.

LOPES, Daniel de Queiroz. **Exploração de modelos e o nível de abstração nas construções criativas com robótica educacional**. 2008. 174 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MACEDO, Márcia Regina Teixeira; SANTOS, Vania Maria Concimo. **O uso de Tecnologia no Colégio Rio Branco**. Novas práticas delineando novos caminhos Históricos. 2007. Disponível em: <<http://www.educacional.com.br/downloadlivros/livro1/Tomo5b.pdf>>. Acesso em: 19 fev. 2010

MAISONNETTE, Rogers. **A utilização dos recursos informatizados a partir de uma relação inventiva com a máquina: a robótica educativa**. 2002. Disponível em: <http://edutec.net/Textos/Alia/PROINFO/prf_txtie12.htm>. Acesso em: 23 out. 2009.

MALIUK, Karina Disconsi. **Robótica Educacional como cenário investigativo nas aulas de matemática**. 2009. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MICHAELIS. **Moderno dicionário da língua portuguesa**. São Paulo: Cia. Melhoramentos, 1998. 2268 p.

MORAES, Maritza Costa; LAURINO Débora; MACHADO Celiane. A robótica educacional e suas tecnologias possibilitando a aprendizagem das ciências em sala de aula. In: SEMANA ACADÊMICA DO IMEF, 1, 2009, Rio Grande do sul. Disponível em: <http://www.semanamef.furg.br/anais/relatos/R_17.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2010

OLIVEIRA, Célia Decresci. Sistema LEGO-Logo no ensino de Física. In: VALENTE, José Armando (Org.). **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. São Paulo: Gráfica Central da UNICAMP, 1993. cap.18, p.379-385.

OLIVEIRA, José Antônio Colvara. **Robótica como interface da tomada de consciência da ação e do conhecimento do objeto, através da metacognição como propulsora da produção do conhecimento**. 2007. 96 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ORTOLAN, Ivonete Terezinha. **Robótica educacional: uma experiência construtiva**. 2003. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

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 educacionais**. 2004. 185 f. Dissertação (Mestrado em Multimeios do Instituto de Artes) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

RIGHETTI, Sabine. **De onde vêm os robôs?** 2005. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/2005/10/02.shtml>>. Acesso em: 01 set. 2009.

ROCHA, Rogério. **Utilização da robótica pedagógica no processo de ensino-aprendizagem de programação de computadores**. 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Centro Federal e Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ROMÃO, Melo Luiz; SACHELLI, Carlos Maurício. Uma proposta construtivista na aprendizagem dos conceitos da Física com o auxílio da robótica educacional. In: SEMINÁRIO DE INFORMÁTICA DE TORRES, 8, 2009, Torres. **Anais...** Torres: Universidade Luterana do Brasil, 2009. Disponível em: <www.seminfo.com.br/anais/2009/pdfs/WEI_Tche/63217_1.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2010.

SANTOS, Carmen Faria; MENEZES, Crediné Silva. A aprendizagem da Física no Ensino Fundamental em um ambiente de robótica educacional. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DA COMPUTAÇÃO, 15, 2005, São Leopoldo. **Anais...** São Leopoldo: UNISINOS, 2003. Disponível em: <http://www.unisinos.br/diversos/congresso/sbc2005/_dados/anais/pdf/arq0255.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2010.

SANTOS, Lozicler Maria Moro dos; BISOGNIN, Vanilde. Experiências no ensino por meio da modelagem matemática na educação fundamental. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. **Modelagem matemática na educação brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: SBEM, 2007. cap.6, p.99-114.

SCHONS, Claudine; PRIMAZ, Érica; WIRTH, Grazieli de Andrade Pozo. Introdução a Robótica Educativa na Instituição Escolar para alunos do Ensino Fundamental da disciplina de Língua Espanhola através das Novas Tecnologias de Aprendizagem. In: WORKCOMP-SUL, 1, Florianópolis, 2004. **Anais...** Florianópolis: UNISUL, 2004. Disponível em: <<http://inf.unisul.br/~ines/workcomp/cd/pdfs/2217.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2010.

SUTHERLAND, Rosamund. **Ensino eficaz de matemática**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 183p.

VALENTE, José Armando (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. São Paulo: USP/Estação Palavra, 2002. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraDownload.do?select_action=&co_obra=40246&co_midia=2>. Acesso em: 21 jul. 2009.

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.

APÊNDICE A - Atividades do estudo piloto

PROGRAMA DE MESTRADO EM ENSINO DE MATEMÁTICA – PUC MINAS

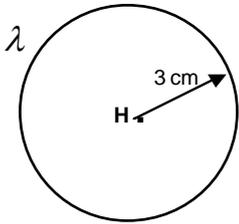
Atividade 01

Construção de um hexágono regular inscrito em uma circunferência.

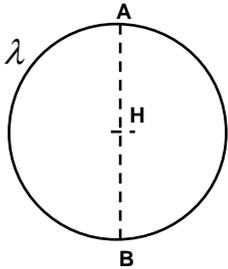
Informação:

O hexágono regular é uma figura geométrica plana que possui seis lados iguais.

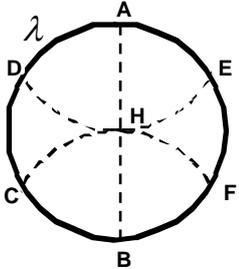
Material necessário: Regra, lápis, compasso, cartolina, tesoura.

Etapa	Procedimento	Ilustração
1ª	Utilizando o compasso construa uma circunferência λ com 3 cm de raio.	

Definição/explicação: A circunferência é um conjunto de pontos de um plano cuja distância do ponto H (centro) desse plano é igual a uma distância (não nula) dada (raio).

2ª	Trace utilizando uma régua o diâmetro da circunferência λ .	
----	---	---

Definição/explicação: O diâmetro é um segmento que passa pelo centro da circunferência e suas extremidades pertencem à circunferência. Metade do diâmetro é o raio. Assim temos: \overline{AB} = diâmetro e \overline{AH} = raio

3ª	Utilizando o compasso faça um arco de centro em A e outro de centro em B.	
----	---	---

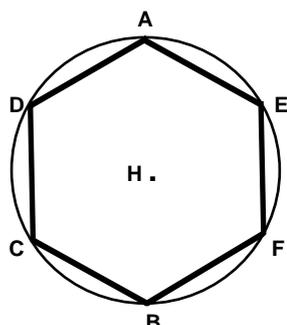
Definição/explicação: Ao traçarmos um arco de centro em B com o mesmo raio da circunferência λ , marcamos os pontos C e F que são equidistantes de B e H, logo temos $\overline{CB} \sim \overline{BF} \sim \overline{BH} \sim \overline{CH} \sim \overline{HF}$.

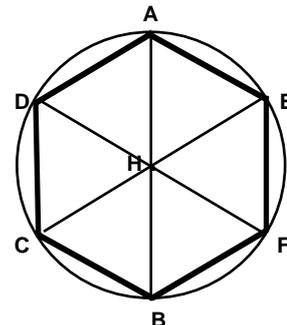
Ao traçarmos um arco de centro em A com o mesmo raio da circunferência λ , marcamos os pontos D e E que são equidistantes de A e H, logo temos

$$\overline{AD} \sim \overline{AE} \sim \overline{AH} \sim \overline{DH} \sim \overline{EF}.$$

Assim obtemos os triângulos equiláteros CHB, BHF, onde H é o centro da circunferência e \overline{BH} é comum aos dois triângulos. Da mesma forma temos os triângulos equiláteros AHD e AHE onde H é o centro da circunferência e \overline{AH} é comum aos dois triângulos. Os segmentos \overline{BH} e \overline{AH} está sobre a mesma reta suporte.

Com isso podemos afirmar que $\overline{CB} \sim \overline{BF} \sim \overline{EF} \sim \overline{AE} \sim \overline{AD} \sim \overline{CD}$, assim temos um hexágono regular.

4ª	Unindo os pontos ADCEBFE, temos um hexágono.	
Definição/explicação: Para uma melhor visualização do hexágono regular inscrito na circunferência basta destacar os segmentos \overline{CB} , \overline{BF} , \overline{EF} , \overline{AE} , \overline{AD} e \overline{CD} .		

6ª	Crie os segmentos \overline{AB} , \overline{CE} , \overline{DF} . (estes segmentos servirão para a orientação na construção da roda gigante)	
Definição/explicação: As diagonais são segmentos cujas as extremidades são vértices do polígono. Neste caso em particular, só nos interessa as diagonais que passam ponto H (centro da circunferência circunscrita)		

Sua tarefa

Para a construção da roda gigante serão necessários dois hexágonos inscritos em circunferências de 3 cm de raio e um em circunferência de 13 cm de raio.

Realize a construção dessas figuras em cartolina e as recorte.

PROGRAMA DE MESTRADO EM ENSINO DE MATEMÁTICA – PUC MINAS
Atividade 02
Construção da roda gigante

RODA GIGANTE

Material necessário

Palito de churrasco
 Garrote
 Tesoura
 Régua
 Compasso
 Esquadro de 45°
 Transferidor
 Alicate de corte
 Aparelho para aplicação de cola termoplástica (cola quente)
 Bastão termoplástico (cola quente)

Interface POP1

Fonte para interface POP1
 Cabo serial-serial
 Servo-motor de rotação

PASSO A PASSO

1º passo

Utilizando os instrumentos de medidas adequados dimensione o material para a estrutura da roda gigante.

Material	Dimensão	Quantidade
Garrote	2,5 cm	18
Palito de churrasco	13 cm	12
Palito de churrasco	7,5 cm	6
Palito de churrasco	17 cm	1
Palito de churrasco	5 cm	2
Palito de churrasco	24 cm	6
Papelão	15 cm x 28 cm (retângulo)	1
Papelão	Lado = 2,5 cm (hexágono)	2
Papelão	r = 1 cm (disco)	1

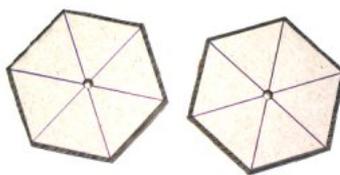
2º passo

Montagem da roda gigante

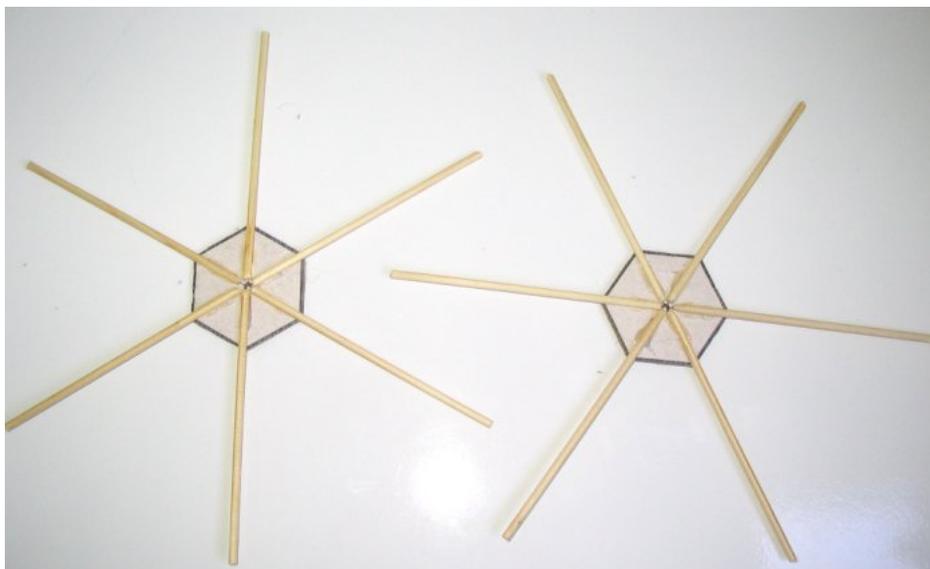
Material a ser montado: hexágono de papelão e palitos de 12 cm

Estrutura 1

Ação: Fure o no ponto eqüidistante das arestas de cada hexágono com o diâmetro de um palito



Cole nos hexágonos os palitos de 12 cm, ligando o furo ao vértice.



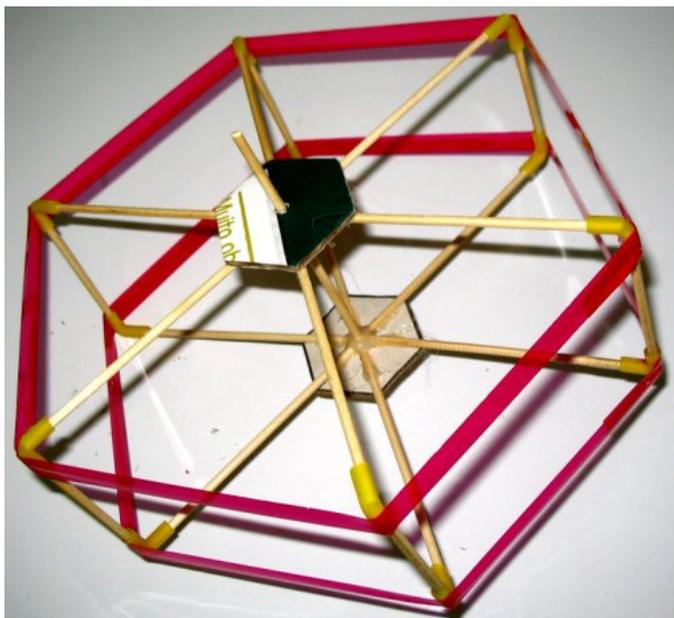
Dica: construa em uma cartolina um hexágono com 13 cm de lado para servir de gabarito.

3º passo

Material a ser montado: Garotes, estrutura 1, palitos de 7,5 cm e 15 cm

Ação:

- 1 - Conecte os garotes às extremidade dos palitos da estrutura 1 até a metade;
- 2 - Conecte os palitos de 7,5 cm ligando as duas estruturas 1;
- 3 - Coloque o palito de 17 cm nos furos dos hexágonos de papelão formando assim o eixo da roda gigante;
- 4 - Para maior rigidez utilize cola na parte interna do eixo;
- 5 - Passe uma fita adesiva nessa nova estrutura formando assim um esqueleto de prisma hexagonal regular.

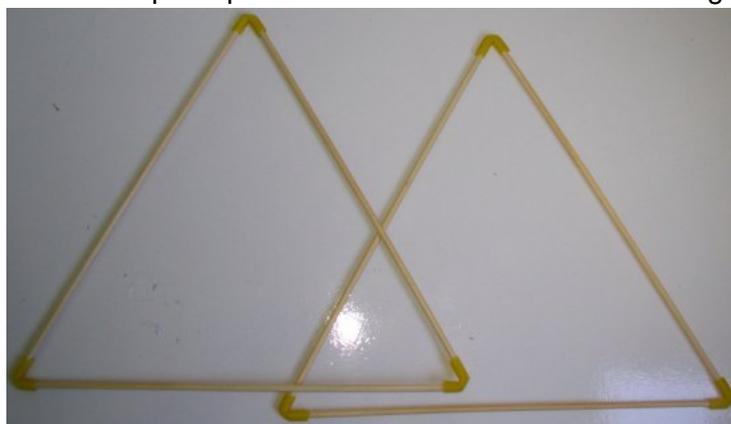


4º passo

Montagem da base

Material: garrote, 6 tampas de refrigerante e palitos de 24 cm.

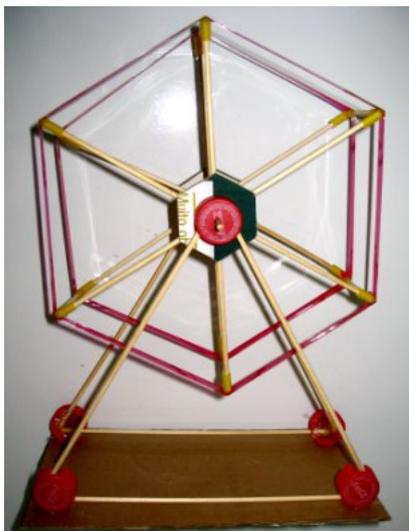
- 1 – Conecte os palitos formando um triângulo;
- 2 – Corte as tampas de modo a encaixar os vértices dos triângulos;
- 3 – Fure o centro de uma tampa depois de colada em cada um dos triângulos eqüiláteros.



5º passo

Material: retângulo e disco de papelão.

- 1 – monte a estrutura 1 com os triângulos;
- 2 – posicione a montagem do item 1 sobre o retângulo de papelão e cole de modo que a roda gire livremente.

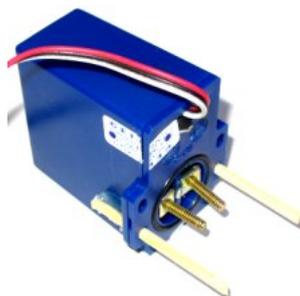


6º passo

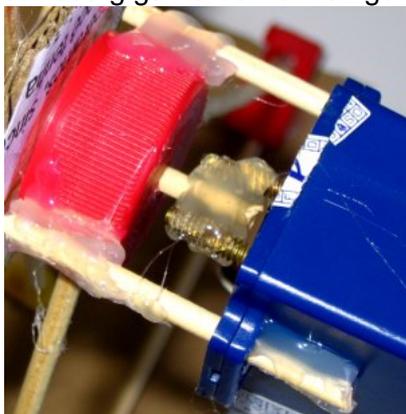
Instalação do servo motor

Material: servo motor e palitos de 5 cm

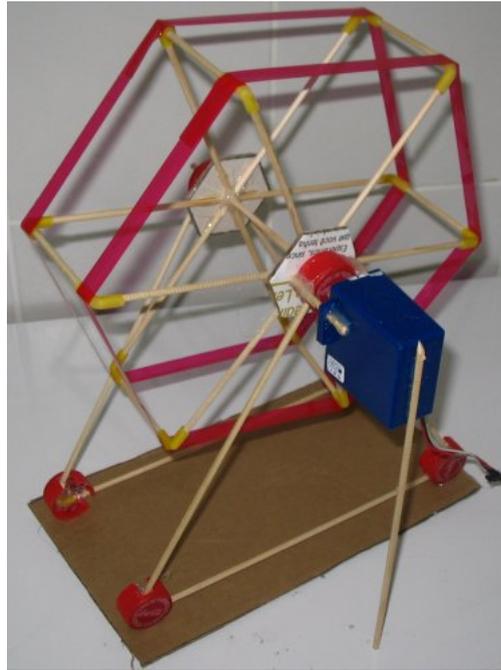
1 – introduza os palitos nos orifícios do servo motor e colo conforme a figura abaixo;



2 – Fixe o servo motor ao eixo da roda gigante conforme figura abaixo.



Roda gigante pronta



PROGRAMA DE MESTRADO EM ENSINO DE MATEMÁTICA – PUC MINAS

Atividade 03

Explorando conceitos geométricos na roda gigante

1) Determine de forma aproximada medida dos ângulos do triângulo que sustenta a roda gigante, registrando-os na tabela abaixo.

Triângulo 1	
Ângulo	Medida
1	
2	
3	
Total	

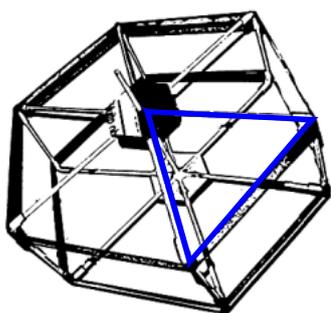
Triângulo 2	
Ângulo	Medida
1	
2	
3	
Total	

2) O que você sabe a respeito da soma dos ângulos internos de um triângulo?

3) Sobre a medida total encontrada, o que você pode dizer?

4) Explique por que não existiu identificação de qual tampinha furar na elaboração da base da roda gigante?

3) Realize a medida dos ângulos de um dos triângulos da lateral da roda e tire suas conclusões.



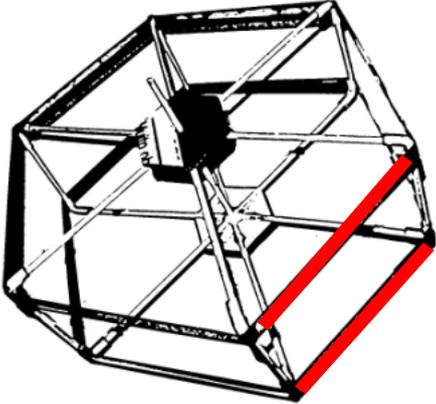
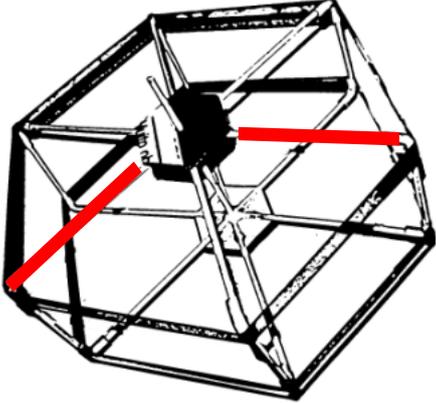
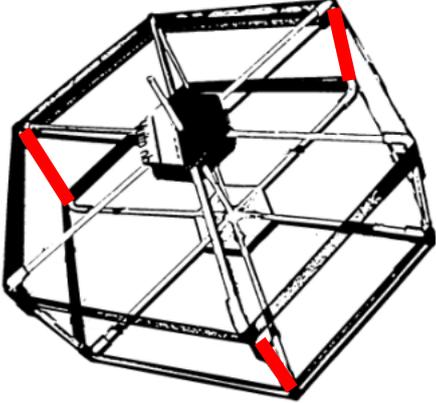
Triângulo - lateral	
Ângulo	Medida
1	
2	
3	
Total	

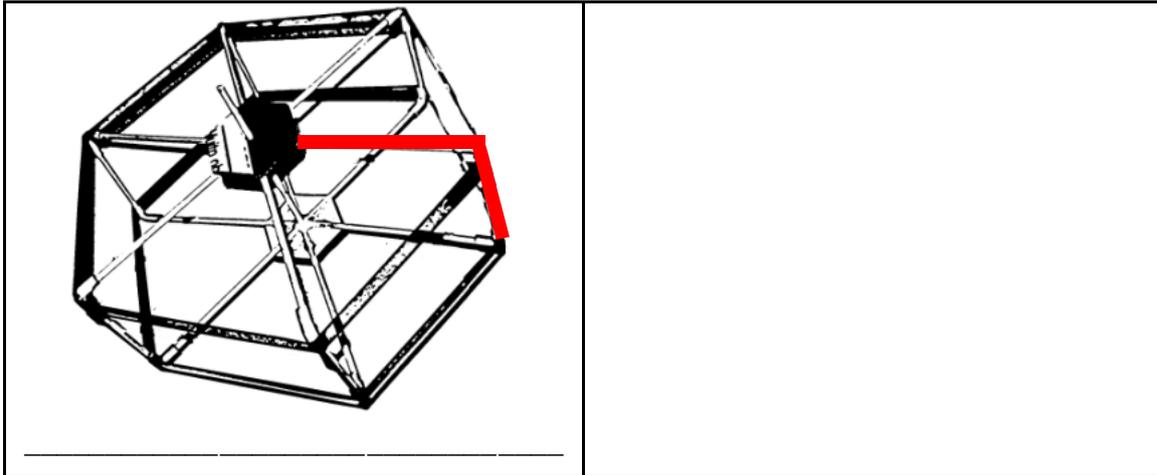
a) A partir disso, pode-se concluir que esse triângulo é equilátero: _____

b) Qual a relação formada entre este triângulo e os demais da roda gigante (hexágono):

c) Qual a relação formada entre este triângulo e o triângulo da base:

4) Na figuras abaixo existem alguns segmentos de retas em destaque, verifique estes segmentos na roda gigante e identifique-os entre paralelos, perpendiculares ou concorrentes. Justifique sua resposta:

Segmentos	Justificativa
 <p>_____</p>	
 <p>_____</p>	
 <p>_____</p>	



5) Informações:

Área de um retângulo é dada por $A_r = b \cdot h$, e de um triângulo por $A_T = \frac{b \cdot h}{2}$.

Quantidade de papelão em cm^2

Calcule neste espaço a quantidade de papelão para construir		
Hexágono (3cm)	Hexágono (3cm)	
Retângulo (15 x 28 cm)	Gasto de papelão	
	Figura	Tamanho (cm^2)
	Hexágono (3cm)	
	Hexágono (3cm)	
	Retângulo	
Total		

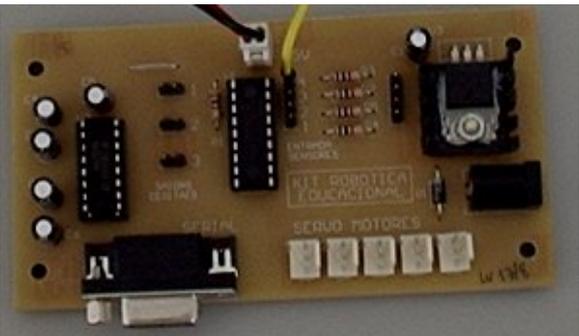
6) Para compor a estrutura da roda gigante foi utilizada fita adesiva que é vendida em rolos de 10 m. Determine quantas rodas gigantes são possíveis construir com um rolo.

PROGRAMA DE MESTRADO EM ENSINO DE MATEMÁTICA – PUC MINAS

Atividade 04

Programando a roda gigante

Interface de controle / comunicação

<p>Servo motor</p> 	<p>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.</p>
<p>Cabo serial</p> 	<p>Conector físico entre a interface e o computador.</p>
<p>Interface de controle</p> 	<p>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.</p>

O programa Super Logo

Comandos Super Logo – básicos para a atividade	
Descrição	Comando
Iniciar a porta serial	iniporta

Inicia a comunicação da interface como a porta serial Com1	
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.: Espera 90
Repita Repete um comando um número determinado de vezes.	Repita <no de vezes>[comando a ser repetido] Ex.: repita 4 [servo 1 90 espera 90 servo 1 0]

Testes os seguintes comandos:

- a) servo 1 1
- b) servo 1 255
- c) servo 1 1 espera 50 servo 1 0
- d) repita 2 [servo 1 1 espera 50 servo 1 0]

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

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

a) Escreva aqui o programa para realizar o funcionamento da roda gigante com suas palavras.

b) Escreva o primeiro programa digitado no Slogo.

c) Explique quais foram as alterações necessárias e cálculos para o funcionamento correto do programa.

d) Escreva aqui o programa depois de pronto

e) Agora altere seu programa para que a roda gigante funcione apenas 20 segundos. Depois de pronto escreva o programa abaixo.

f) Explique quais foram as alterações necessárias e cálculos para o funcionamento correto do programa.

f) O número de voltas que a roda gigante dá com este programa é: _____

g) Altere seu programa para que em 20 segundos a roda gigante gire apenas metade das voltas registradas no item f. Depois de pronto escreva o programa abaixo.

h) Explique quais foram as alterações necessárias e cálculos para o funcionamento correto do programa.

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

a) Escreva aqui o programa com suas palavras.

b) Escreva o programa digitado no Slogo.

PROGRAMA DE MESTRADO EM ENSINO DE MATEMÁTICA – PUC MINAS

Atividade 05

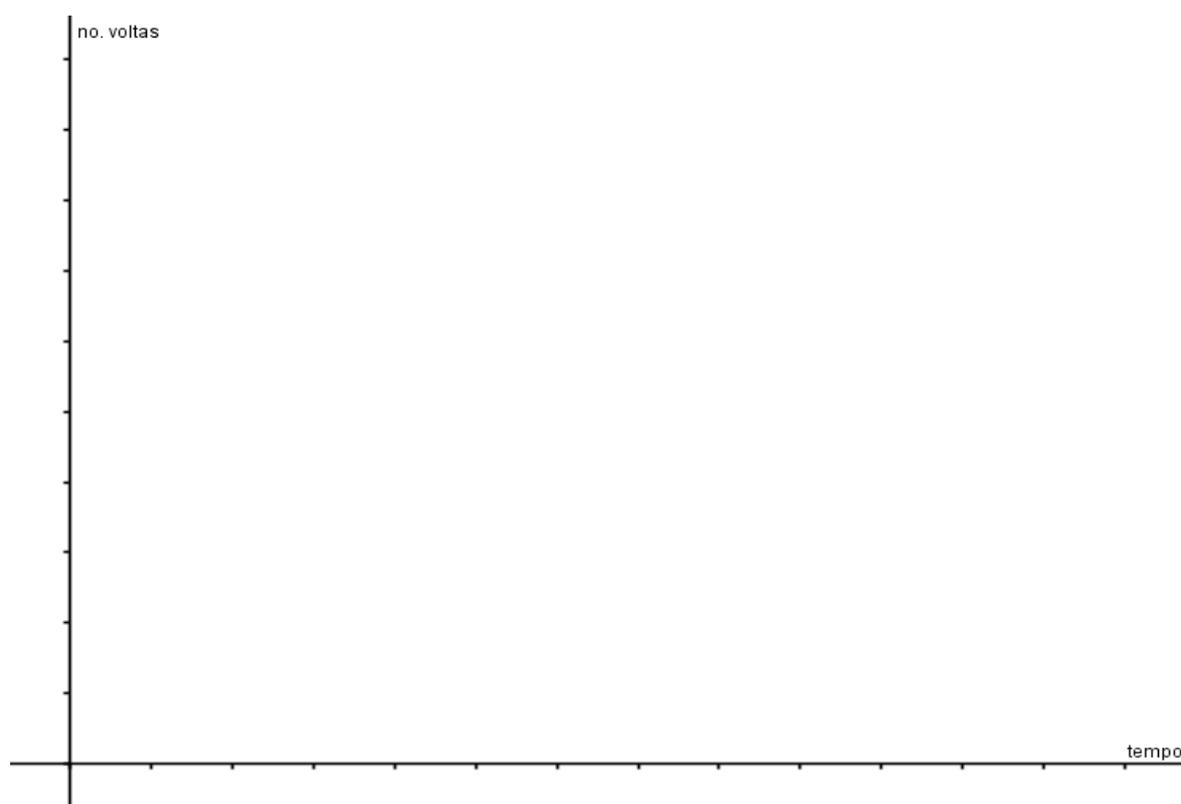
Estudando funções com a roda gigante

Material necessário: Cronômetro, lápis e papel.

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

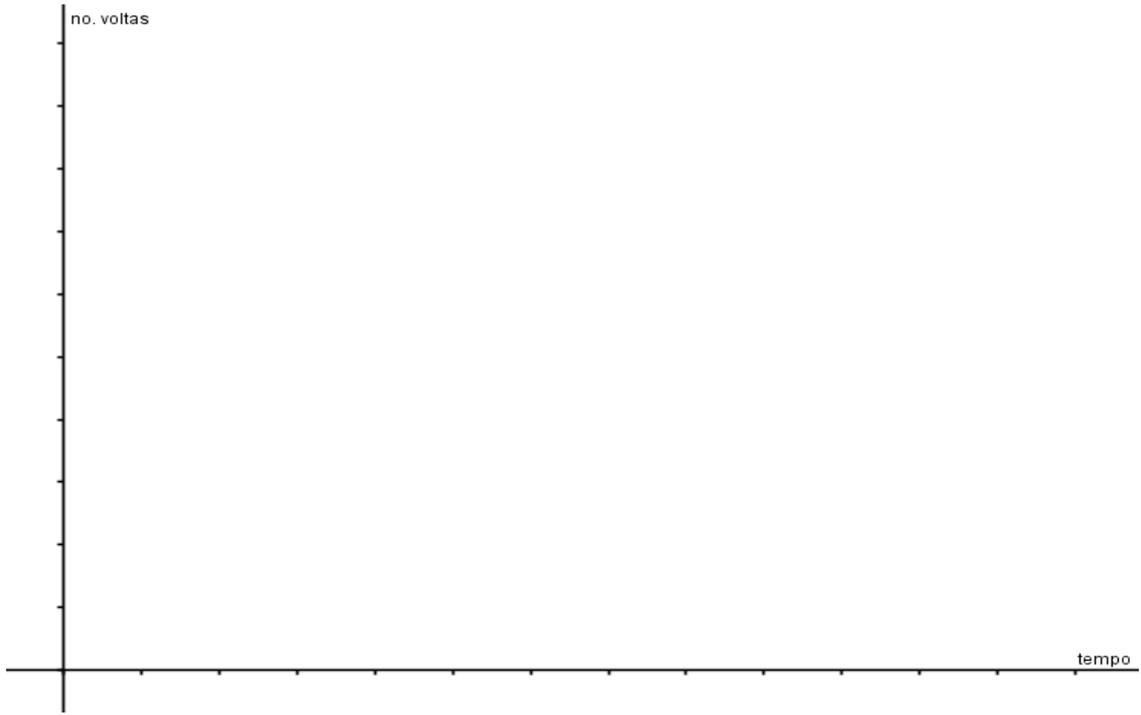
a) Servo com velocidade 130

No. de voltas						
Tempo (seg)						



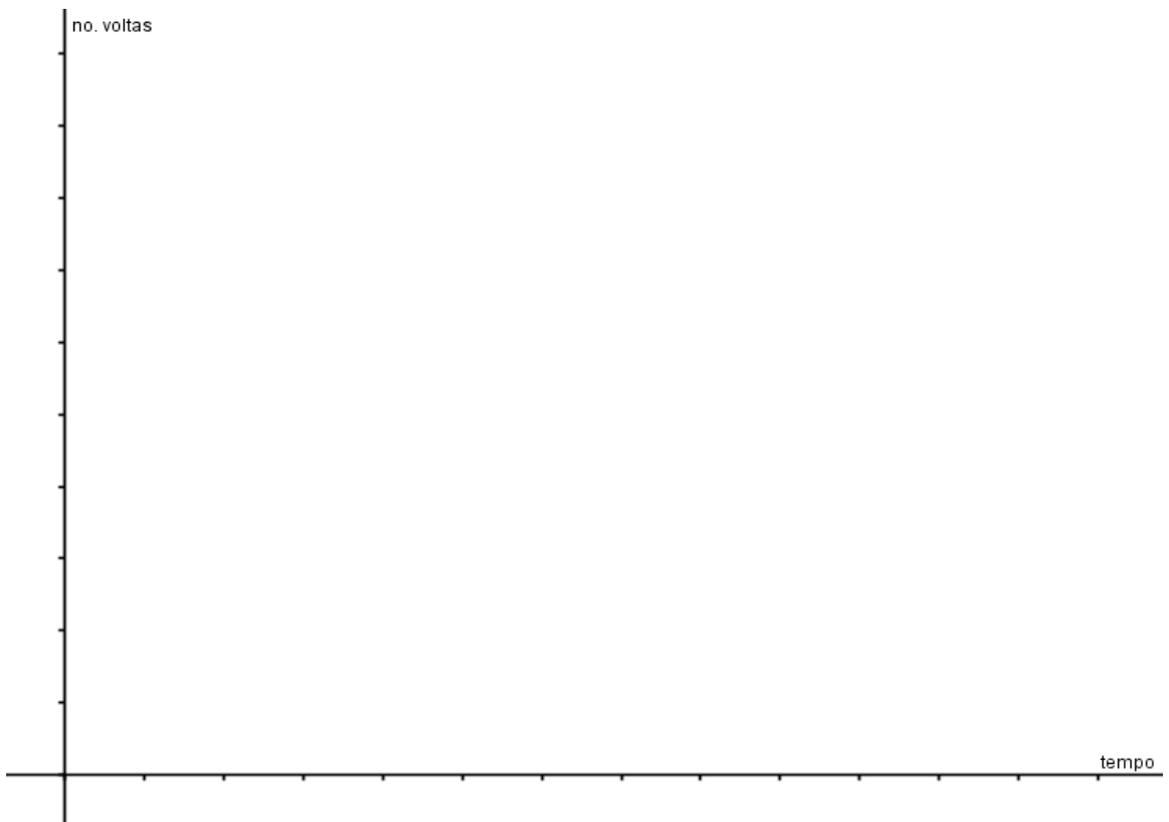
b) Servo com velocidade 140

No. de voltas						
Tempo (seg)						



c) Servo com velocidade 255

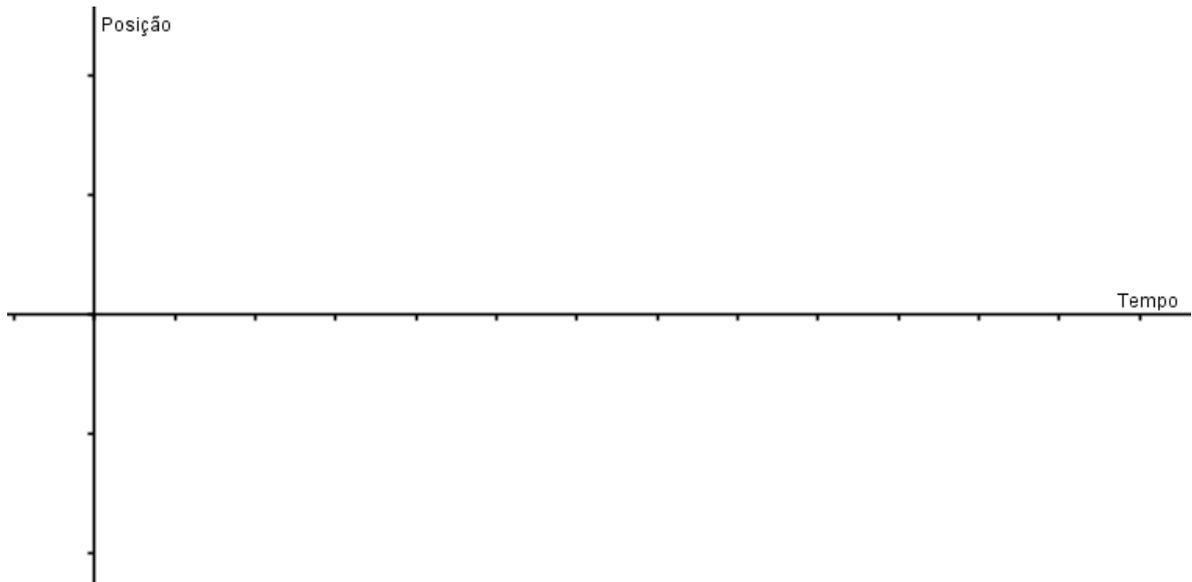
No. de voltas						
Tempo (seg)						



2) Elabore tabelas e gráficos levando em consideração apenas um vértice do hexágono na roda gigante e sua posição ao girar na roda x tempo (seg), com os seguintes comandos.

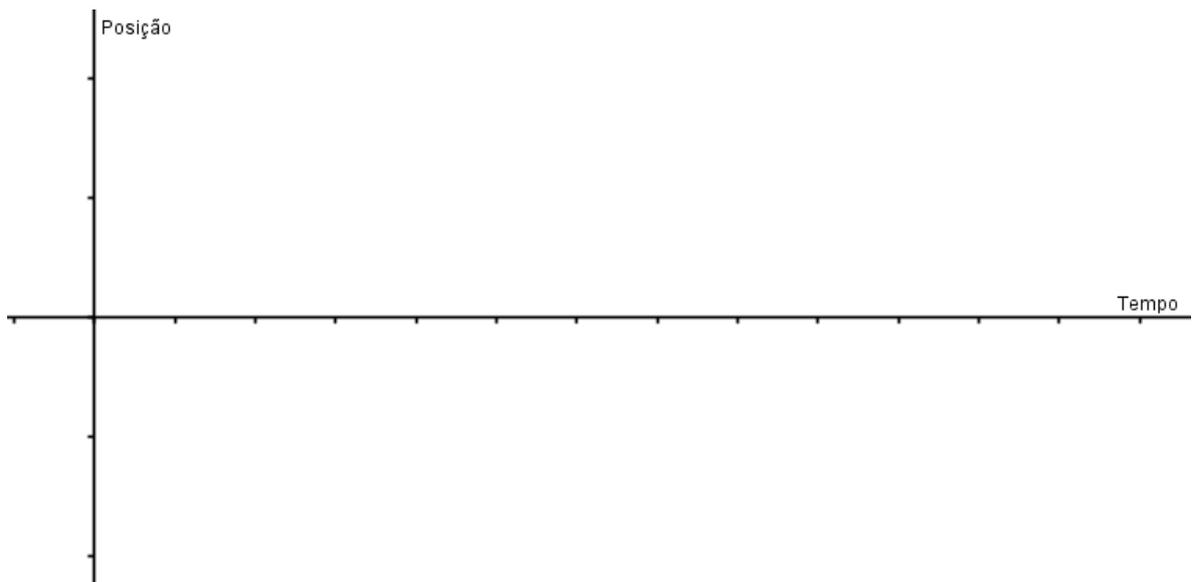
a) Servo com velocidade 140

Posição											
Tempo (seg)											



b) Servo com velocidade 150

Posição										
Tempo										



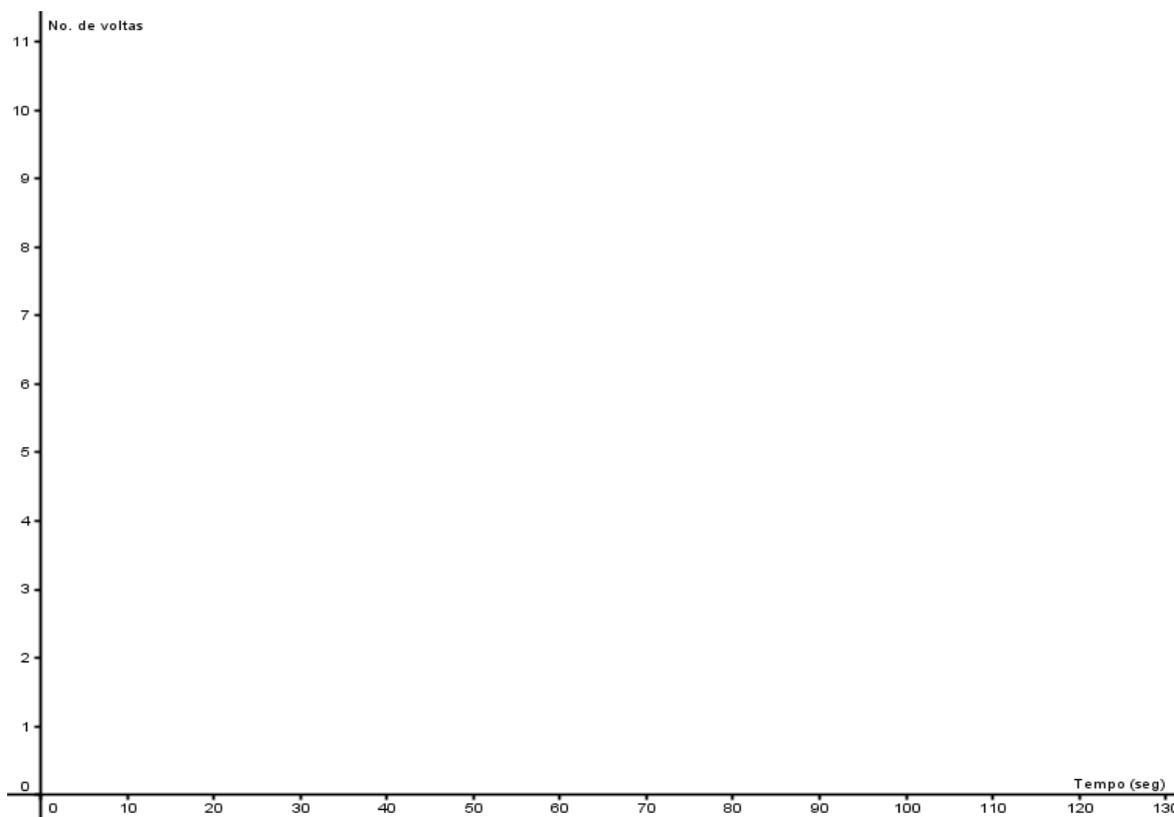
3) Utilizando o editor de procedimento no Slogo crie o seguinte programa:



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

a) Execute o programa e construa a tabela e o gráfico (no. de voltas x tempo)

No. de voltas											
Tempo (seg)											



4) Sobre os gráficos e tabelas da atividade 1.

a) Qual a semelhança entre eles?

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

c) Qual a diferença entre eles?

d) O que causa as diferenças?

e) O que as diferenças afetam na função?

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

5) Sobre os gráficos e as tabelas da atividade 2.

a) Quais as semelhanças e diferenças apresentadas nos gráficos?

b) Se a roda gigante funcionasse por 2 horas, como ficaria o gráfico?

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

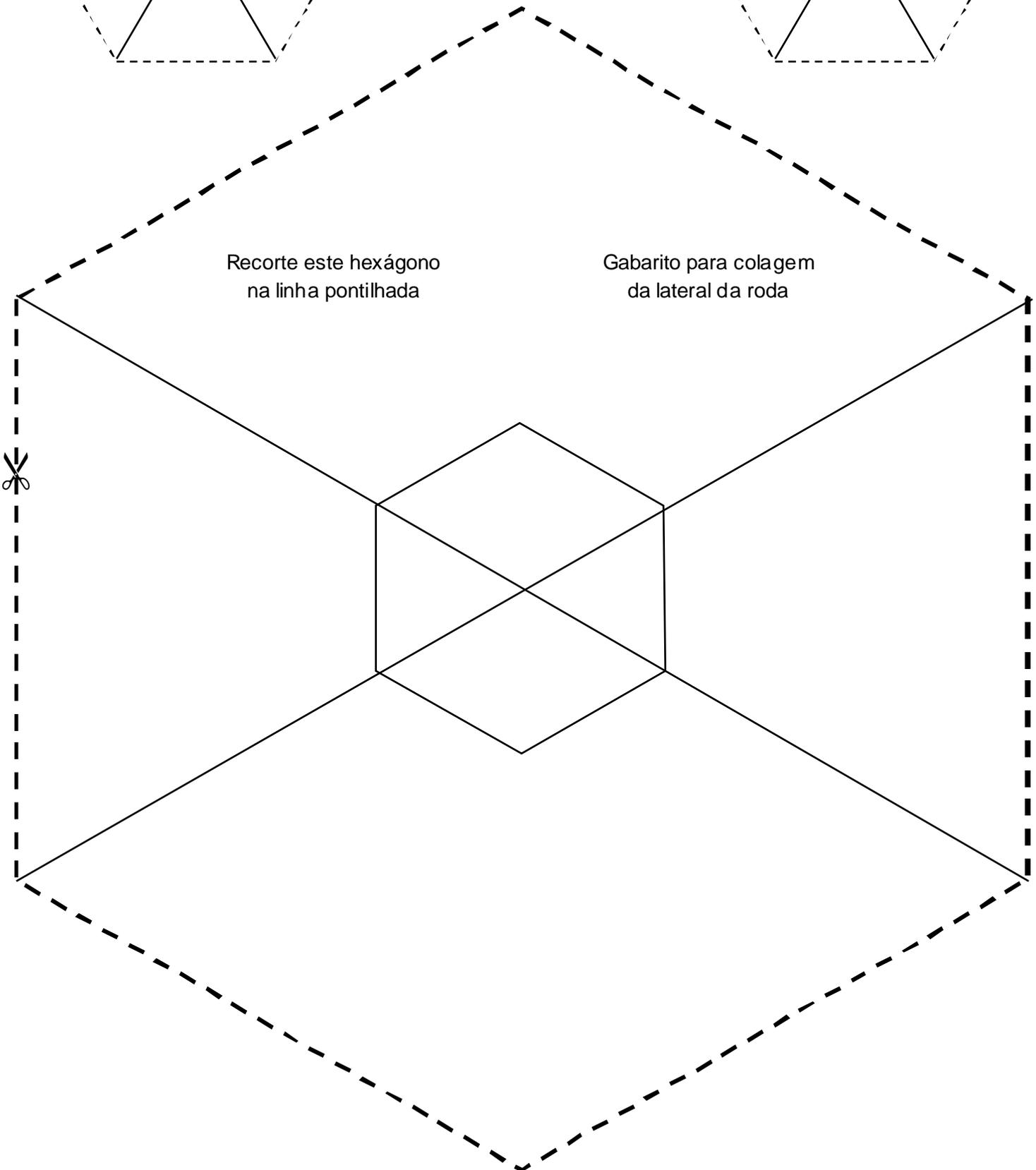
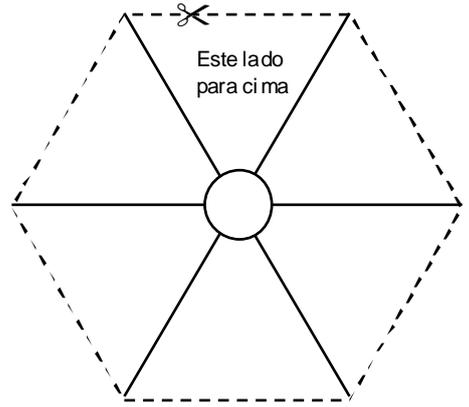
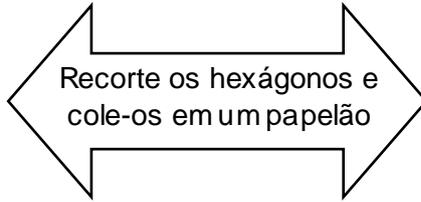
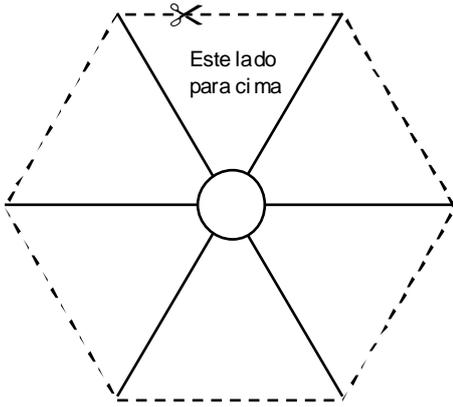
6) Sobre os gráficos e as tabelas da atividade 2.

a) Por qual motivo o gráfico se apresenta desta forma?

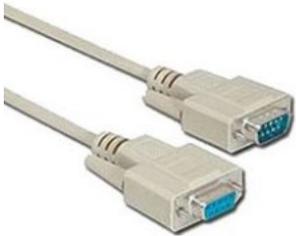
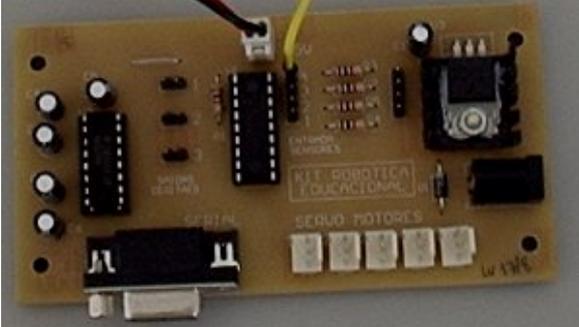
b) Qual o formato e qual o modelo de função melhor se aproxima deste gráfico? Justifique.

APÊNDICE B - Atividades refinadas – segundo momento

MOLDES E GABARITO - RODA GIGANTE



PROGRAMA DE MESTRADO EM ENSINO DE MATEMÁTICA – PUC MINAS
ROBÓTICA EDUCACIONAL – PROF. SAULO FURLETTI
ATIVIDADE - PROGRAMAÇÃO

Interface de controle / comunicação	
Componente	Descrição
Servo motor 	<p>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.</p>
Cabo serial 	<p>Conector físico entre a interface e o computador.</p>
Interface de controle 	<p>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.</p>

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.	Espere <tempo> Ex.: Espere 90
Repita Repete um comando um número determinado de vezes.	Repita <no de vezes>[comando a ser repetido] Ex.: repita 4 [servo 1 90 espere 90 servo 1 0]

Testes os seguintes comandos:

- a) servo 1 1
- b) servo 1 255
- c) servo 1 1 espere 50 servo 1 0
- d) 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.

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

- a) Escreva aqui o programa para realizar o funcionamento da roda gigante com suas palavras.

- b) Escreva o primeiro programa digitado no Slogo.

- c) Explique quais foram as alterações necessárias e cálculos para o funcionamento correto do programa.

- d) Escreva aqui o programa depois de pronto

- e) Agora altere seu programa para que a roda gigante funcione apenas 20 segundos. Depois de pronto escreva o programa.

f) Explique quais foram as alterações necessárias e cálculos para o funcionamento correto do programa.

g) O número de voltas que a roda gigante dá com este programa é: _____

h) 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.

i) Explique quais foram as estratégias e cálculos necessários e cálculos para o funcionamento correto do programa.

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

a) Escreva aqui o programa com suas palavras.

b) Escreva o programa digitado no Slogo.

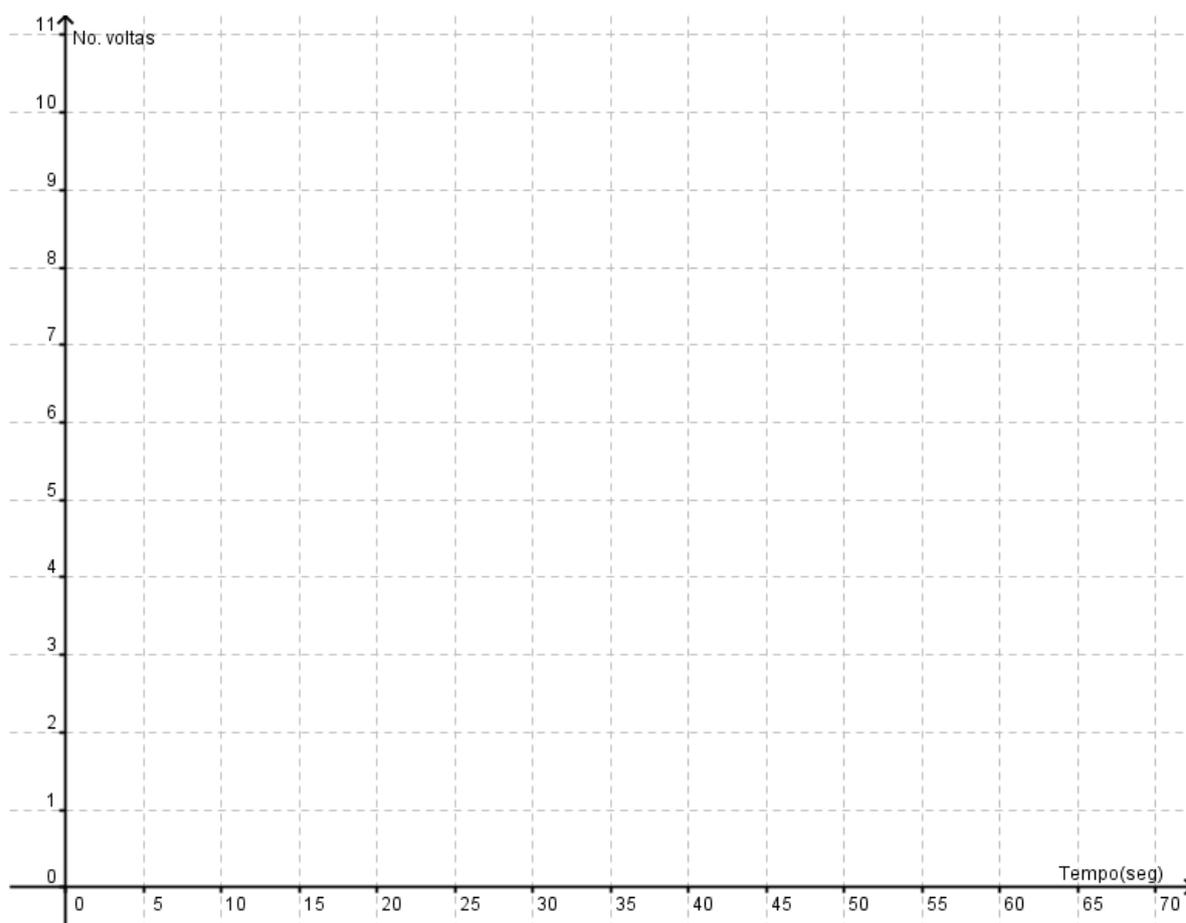
PROGRAMA DE MESTRADO EM ENSINO DE MATEMÁTICA – PUC MINAS
ROBÓTICA EDUCACIONAL – PROF. SAULO FURLETTI
ATIVIDADE - ESTUDANDO FUNÇÕES DO 1º GRAU COM A RODA GIGANTE

Material necessário: Cronômetro, calculadora, lápis e papel

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

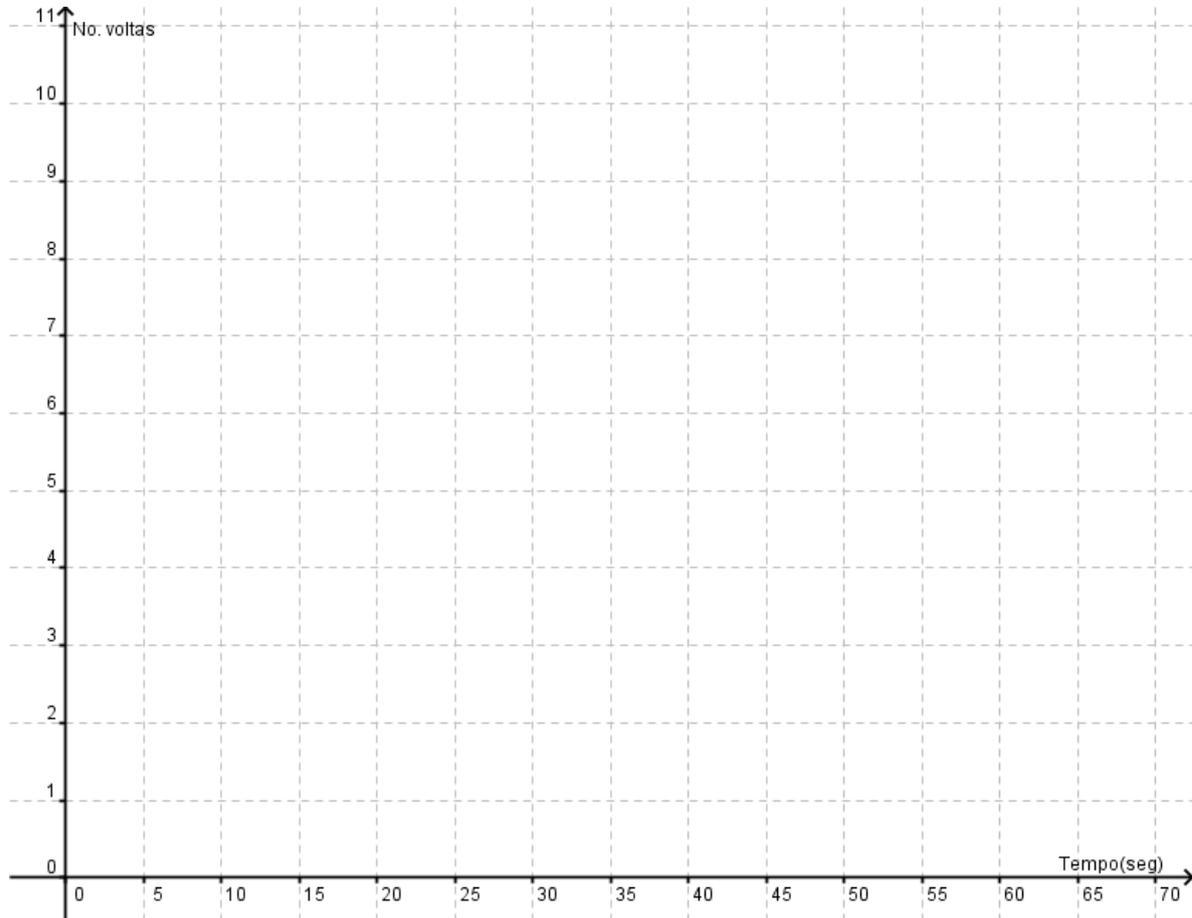
a) Servo com velocidade 130

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



b) Servo com velocidade 140

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



2) 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 modela o movimento da roda gigante no gráfico a.



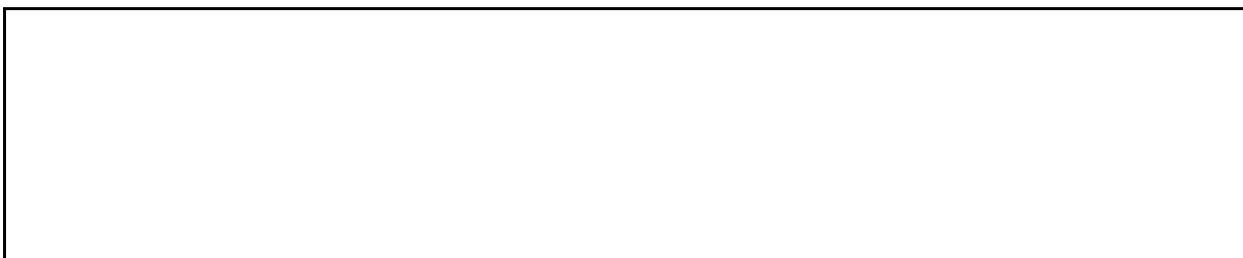
d) Determine a função de modela o movimento da roda gigante no gráfico b.



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.



PROGRAMA DE MESTRADO EM ENSINO DE MATEMÁTICA – PUC MINAS
ROBÓTICA EDUCACIONAL – PROF. SAULO FURLETTI
ATIVIDADE - ESTUDANDO FUNÇÕES DO 2º GRAU COM A RODA GIGANTE

Material necessário: Cronômetro, calculadora, lápis e papel.

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

```

aprenda graf

servo 1 160 espere 850
servo 1 162 espere 750
servo 1 164 espere 500
servo 1 166 espere 400
servo 1 168 espere 300
servo 1 170 espere 300
servo 1 172 espere 300
servo 1 175 espere 200
servo 1 172 espere 300
servo 1 170 espere 300
servo 1 166 espere 400
servo 1 164 espere 500
servo 1 162 espere 750
servo 1 160 espere 850
servo 1 0

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.

Exemplo:

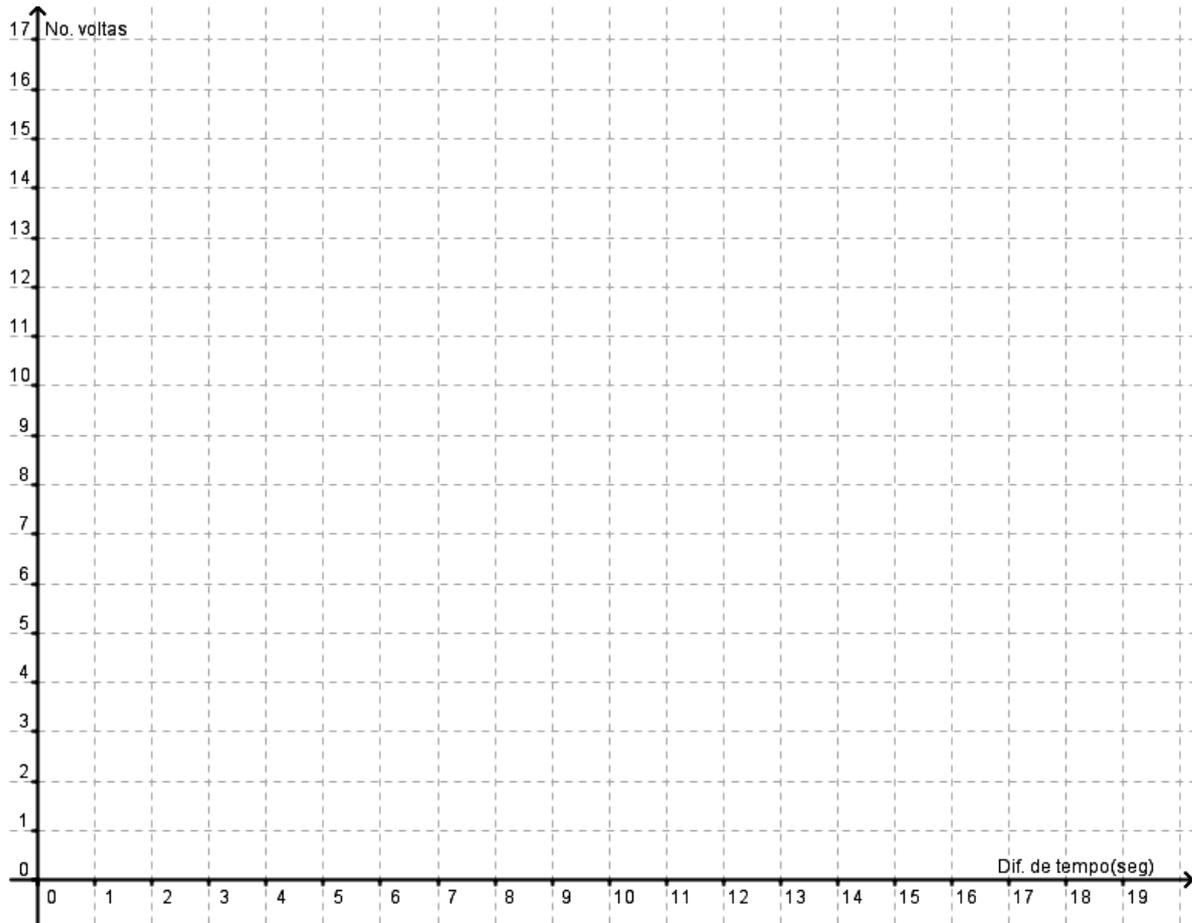
No. de voltas	1	2	3	4
Tempo (seg)	24	34	40	45
Diferença de tempo	10	6	5	

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

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

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

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

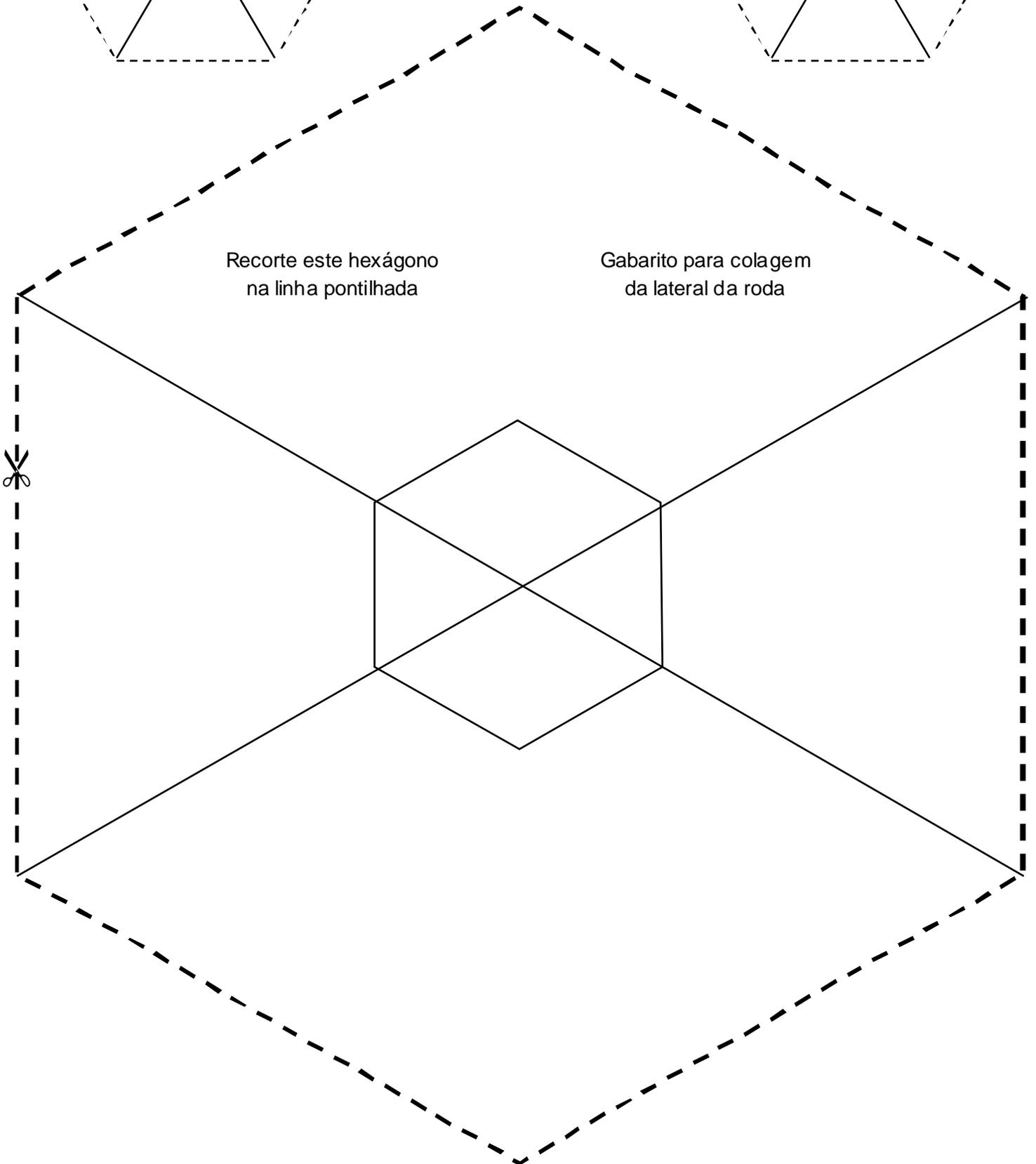
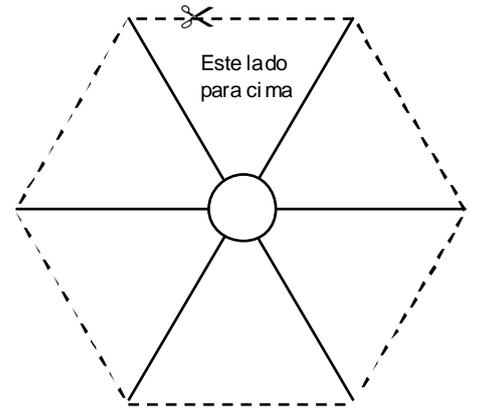
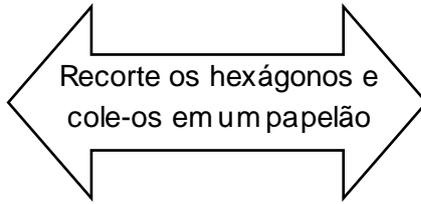
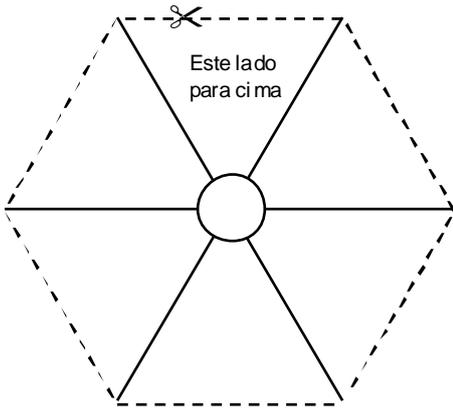


c) Qual o formato e qual o modelo de função melhor se aproxima deste gráfico? Justifique.

d) Determine a função de modela o movimento da roda gigante.

APÊNDICE C - Bloco final de atividades

MOLDES E GABARITO - RODA GIGANTE



Montando uma Roda Gigante

com o professor Saulo Furletti



Se necessário utilize os instrumentos adequados e dimensione o material para a estrutura da roda gigante.

Material	Dimensão	Quantidade
Garrote	2,5 cm	18
Palito de churrasco	13 cm	12
Palito de churrasco	7,5 cm	6
Palito de churrasco	17 cm	1
Palito de churrasco	5 cm	2
Papelão	24 cm	6
Papelão	15 cm x 28 cm (retângulo)	1
Tampa de refrigerante (PET)	Lado = 2,5 cm (hexágono)	2
		6

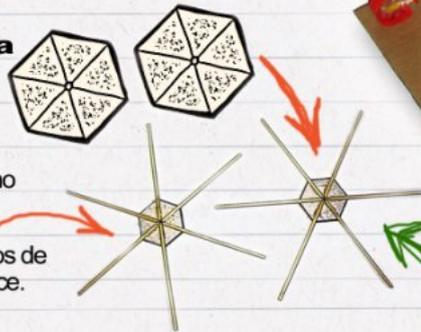
1°

2°

Molde e Gabarito

Montando a lateral da roda gigante

- Recorte os dois hexágonos e fure-os no ponto equidistante das arestas de cada hexágono com o diâmetro de um palito.
- Cole nos hexágonos os palitos de 13 cm, ligando o furo ao vértice.

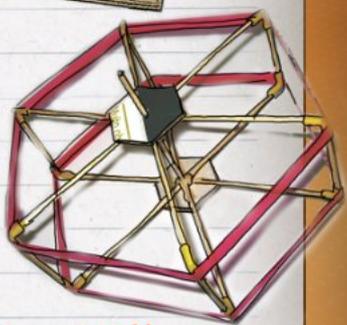


Dica: posicione cuidadosamente os palitos e cole-os de acordo com os gabaritos.

Montando a roda

- Conecte os garrotes às extremidades dos palitos da **lateral** da roda até a metade.
- Conecte os palitos de 7,5 cm ligando as duas **laterais**.
- Coloque o palito de 17 cm nos furos dos hexágonos de papelão formando assim o eixo da roda gigante.

Para maior rigidez utilize cola na parte interna do eixo.
Passe uma fita adesiva nessa nova estrutura formando assim um esqueleto de prisma hexagonal regular.



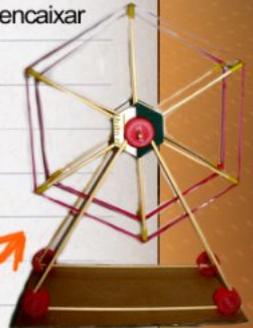
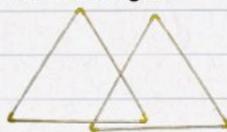
Não Esqueça!!

- Corte as tampas de modo a encaixar os vértices dos triângulos.

Depois de coladas, fure uma das tampas em cada triângulo para encaixar a roda.

Montando a base

- Conecte os palitos de 24 cm formando um triângulo.



5°

Instalando o servo motor

- Introduza os palitos de 5 cm nos orifícios do servo motor e cole-os com cola quente.

- Fixe o servo motor ao eixo da roda gigante também com cola quente.



É necessário

Réguas, servo-motor, lápis, borracha, tesoura, alicate, aplicador de cola quente e bastão de cola quente.

Programando com o professor Saulo Furletti

Interface de controle / comunicação



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]

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
Espere Determina quanto tempo o programa SuperLogo deve esperar para realizar o próximo comando.	Espere <tempo> Ex.: Espere 90
Repita Repete um comando um número determinado de vezes.	Repita <no de vezes>[comando a ser repetido] Ex.: repita 4 [servo 1 90 espere 90 servo 1 0]

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

1°

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.

2°

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.

ESTUDANDO FUNÇÕES DO 1º GRAU COM A RODA GIGANTE

com o professor Saulo Furletti

Material necessário:
Cronômetro, calculadora, lápis e papel

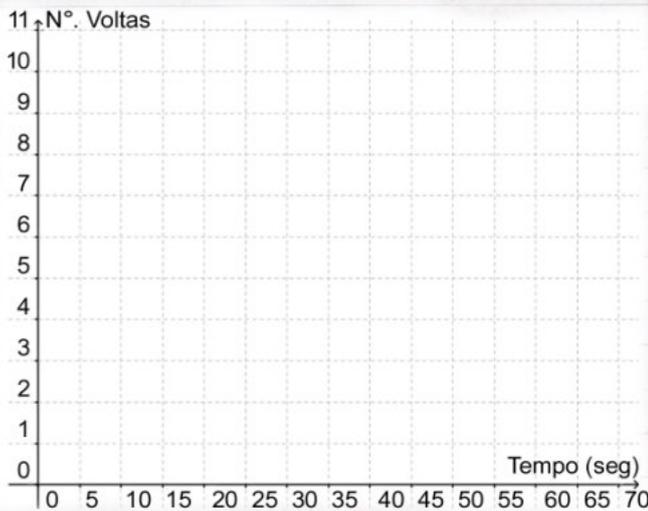


1º Elabore tabelas e gráficos com o número de **voltas x tempo (seg)**, com os seguintes comandos:

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 modela o movimento da roda gigante no gráfico a.

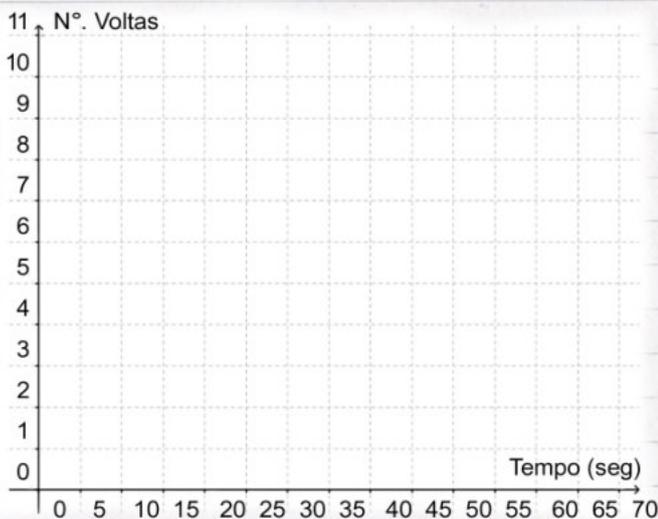
d) Determine a função de modela o movimento da roda gigante no gráfico b.

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.

B Servo com velocidade 140

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



ESTUDANDO FUNÇÕES DO 2º GRAU COM A RODA GIGANTE

com o professor Saulo Furletti

Material necessário:
Cronômetro, calculadora, lápis e papel



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

1º

```

Editor de Procedimentos
Área de Trabalho  Editar  Pesquisar  Formatar  Testar  Ajuda
aprenda graf
servo 1 160  espere 850
servo 1 162  espere 750
servo 1 164  espere 500
servo 1 166  espere 400
servo 1 168  espere 300
servo 1 170  espere 300
servo 1 172  espere 300
servo 1 175  espere 200
servo 1 172  espere 300
servo 1 170  espere 300
servo 1 166  espere 400
servo 1 164  espere 500
servo 1 162  espere 750
servo 1 160  espere 850
servo 1 0
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.

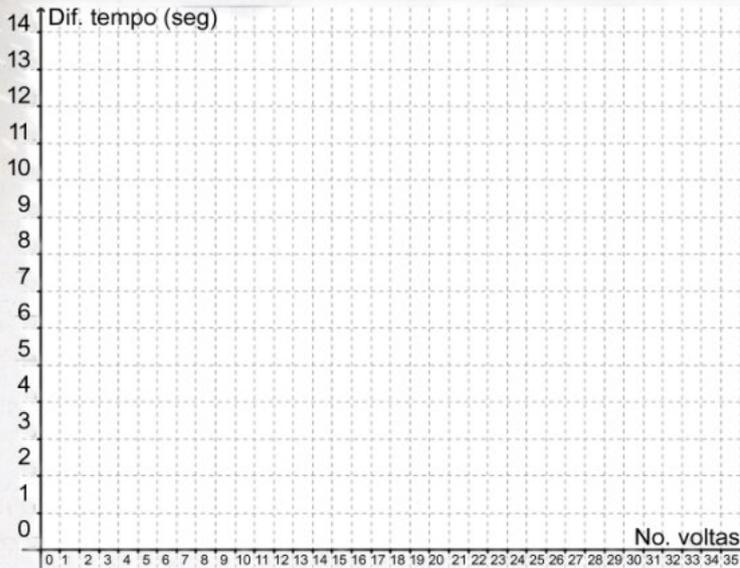
No. de voltas	1	2	3	4
Tempo (seg)	24	34	40	45
Diferença de tempo	10	6	5	

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

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

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

B) Realize a representação no plano cartesiano das variáveis **Nº. 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 modela o movimento da roda gigante.

