

## Robótica Educacional em Prol do Ensino de Matemática

Fernando da C. Barbosa<sup>1</sup>, Mário L. Alexandre<sup>1</sup>, Deive B. Alves<sup>1</sup>, Douglas C. de Menezes<sup>1</sup>, Gabriel L. Campos<sup>3</sup>, Ygor S. N. Nakamura<sup>3</sup>, Arlindo J. de S. Junior<sup>1</sup>, Carlos R. Lopes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pós-graduação em Educação – Universidade Federal de Uberlândia (UFU)  
Caixa Postal 593 – 38408-100– Uberlândia – MG – Brazil

<sup>2</sup> Faculdade de Ciência da Computação – Universidade Federal de Uberlândia (UFU)  
Caixa Postal 593 – 38408-100– Uberlândia – MG – Brazil

<sup>3</sup>Escola Estadual Messias Pedreiro  
Caixa Postal 38400-068– Uberlândia – MG – Brazil

{fermat.ufu,deivemat,arlindoufu,douglasmatusfu,gabrielbiell11.gc,  
ygorseiji\_nn}@gmail.com, crlopes@facom.ufu.br, mariomla@hotmail.com

**Abstract.** *This report exposes how to build moments of educational practices and reflections, which related math content with the Educational robotics using LEGO kits, from the need to obtain precise data on programming a robot to perform spins. This need resulted in a problem that arose in a job with high school students, resulting in an application for future robots schedules. This experience is configured as a space relationship between mathematics content and real problems. Thus, it appears, in the final considerations, the relationship between what has been developed and Mathematical Modelling.*

**Resumo.** *Este relato expõe como se constroem momentos de práticas e reflexões educativas, que relacionaram conteúdos de matemática com a Robótica Educacional utilizando kits da LEGO, a partir da necessidade de obter dados precisos na programação de um robô para a execução de giros. Essa necessidade culminou em um problema que surgiu em um trabalho com alunos do Ensino Médio, resultando em um aplicativo para futuras programações de robôs. Essa experiência se configurou como um espaço de relação entre os conteúdos de matemática e problemas reais. Desse modo, apresenta-se, nas considerações finais, a relação entre o que foi desenvolvido e a Modelagem Matemática.*

### 1 Introdução

Com a evolução e popularização das tecnologias, os materiais de robótica vêm ganhando destaque no meio educacional. O trabalho com a robótica nesse meio é chamado de Robótica Educacional (RE), segundo: Rocha (2006), Zilli (2004), Campos (2005), Chella (2002), Matarić (2014) e Barbosa (2011). O primeiro desses autores entende como uma superação no processo de montar peças e, nesse sentido, o professor

e o aluno passam por uma “mudança de postura, diálogo, cooperação, metodologia, dúvida e indagação, além de significação” (Rocha, 2006, p 52).

O robô parece ser um brinquedo da moda, mas “é uma ferramenta que permite ao professor demonstrar na prática muitos dos conceitos teóricos, às vezes de difícil compreensão, motivando o aluno, que a todo momento é desafiado a observar, abstrair e inventar” (Zilli, 2004, p.39).

Essas ferramentas se configuram como:

[...] kits de montagem compostos por peças como: motores, polias, sensores, engrenagens, eixos, blocos ou tijolos de montagem, peças de sucata como metais, plásticos, madeira, além de um microcomputador e uma interface, permitindo assim a montagem de objetos que podem ser controlados e comandados por uma linguagem de programação (Campos, 2005, p.28-29).

Nesse viés de pensamento, o pesquisador Chella (2002) publicou os resultados de sua pesquisa sobre a implementação de um ambiente de robótica, de forma a permitir que “[...] o aprendiz tenha a oportunidade de manusear concretamente ideias e conceitos, dentro de um contexto que estimule a multi e interdisciplinaridade, dando-lhe o controle sobre a elaboração do seu próprio conhecimento” (Chella, 2002, p.13).

A constituição de um ambiente de robótica tem sido motivadora com uso de desafio, tanto que, para Matarić (2014, p.345), a robótica tem se mostrado uma excelente ferramenta de aprendizagem prática, não só da robótica em si, como também dos temas gerais em ciência, tecnologia, engenharia e matemática.

A partir dos dizeres dos autores mencionados, anteriormente, entende-se que a Robótica Educacional proporciona aos envolvidos situações-problemas de diferentes magnitudes que devem ser superadas, com acertos, erros, até que se alcancem os objetivos desejados. Além disso, pode ser vista e pensada como uma linha de ensino, aprendizagem e pesquisa capaz de oferecer condições de trabalho com atividades investigativas e de treino (Barbosa, 2011, p.56).

Fundamentada a concepção de Robótica Educacional (RE), será apresentado, neste artigo, um relato de experiência, recorte de uma pesquisa no Ensino Médio de uma escola pública do município de Uberlândia – Minas Gerais. O objetivo desse texto é expor como se constroem momentos que relacionaram a aprendizagem na escola especialmente com conteúdos de matemática com a RE, por meio da construção da solução para o seguinte problema: dado um robô sobre uma superfície plana, tem-se que a roda é perpendicular a qualquer parte desse plano, e concêntrica ao motor que propulSIONA o movimento do robô. Dessa forma, quantas rotações dessa roda e, portanto, do motor, são necessárias para que o robô gire em um determinado ângulo?

No relato, seguem a metodologia do trabalho, a parceria com a escola, as características do material utilizado, informações de como se deu a oficina de robótica na escola, o robô construído, a formulação do problema, a resolução dele e, por último, as considerações finais.

## 2 Metodologia

Esse relato foi elaborado a partir de uma pesquisa de doutorado em Educação. Todo o trabalho seguiu princípios da pesquisa qualitativa de Rey (2005, p.105), que a

considera como “um processo aberto submetido a infinitos e imprevisíveis desdobramentos, cujo centro organizador é o modelo que o pesquisador desenvolve e em relação ao qual as diferentes informações empíricas adquirem significados”.

Embasada nesse olhar, a pesquisa foi construída em 2012, com alunos do 1º ano do Ensino Médio. A sua construção se deu no subprojeto fomentado pelo Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) de Matemática, executado pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em conjunto com algumas escolas públicas da cidade.

Uma das ações formativas do subprojeto foi o trabalho com Robótica Educacional. Segundo Leitão (2010), é implícito, nas atividades de robótica, o conhecimento matemático. Fazer emergir nas produções dos alunos não é uma tarefa fácil, mas acredita-se que é nas produções apresentadas por eles que se pode vislumbrar como e onde a Matemática foi usada.

A constituição dessas produções se deu por meio dos seguintes procedimentos: o local do desenvolvimento do subprojeto; o material utilizado nas oficinas; oficina na escola; e a construção do robô.

O subprojeto de robótica foi desenvolvido dentro do PIBID de Matemática em uma escola pública de Ensino Médio de responsabilidade do Estado de Minas Gerais. A escolha desse espaço vem do vínculo estabelecido inicialmente pela universidade e o programa PIBID.

O material proposto para o subprojeto foram kits proprietários adquiridos a partir de financiamento da Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG). Esse material, composto por *software* e *hardware* para fins educacionais, foi desenvolvido pela LEGO® Education e denominado Mindstorms NXT 9797. O *software* usado para programar os robôs trabalha com uma arquitetura de blocos e, por meio de arrastar os recursos, o usuário pode construir a lógica de programação sem grandes dificuldades.

Como parte dos procedimentos adotados, foi oferecida uma oficina na escola. A participação da oficina era voluntária e a sua organização foi sendo construída de forma a poder criar um calendário capaz de atender mais alunos durante o ano, buscando contemplar todos aqueles interessados em participar. Durante esse período, os alunos realizavam atividades de montagem, programação e resolução de desafios. Os desafios e as montagens eram propostos pelos professores. Foi justamente um desses desafios que iniciou o debate sobre um problema aparentemente simples, mas cuja solução envolveu conceitos matemáticos aprendidos durante os anos escolares da Educação Básica.



**Figura 1. Protótipo de robô desenvolvido nas oficinas**

Na Figura 1, apresenta-se o robô construído, o qual foi a base para a formulação/resolução do problema. Trata-se de um robô que possui duas rodas e um rodízio passivo (roda “boba”) para equilíbrio. Entretanto, o mais importante para o escopo desse trabalho é o fato de que, em sua arquitetura estrutural, cada roda está ligada diretamente a um motor, ou seja, é concêntrica ao motor, possuindo o mesmo centro de rotação. Para as montagens, havia as opções de modelos de rodas descritas na Figura 2.



**Figura 2. Tipos de rodas**

A programação permite controlar os motores individualmente ou em conjunto. Os dados necessários para controlá-los podem ser: “Direção”, “Força” e “Duração” (Figura 3). O primeiro indica que o eixo central do motor girará em sentido horário ou anti-horário. O segundo se refere à intensidade com que o motor girará. Por fim, o terceiro refere-se a um certo intervalo em que o motor ficará girando. Neste trabalho, os alunos investigaram a variável “Duração” com que o motor fica ligado, desconsiderando a “Direção” e a “Força”.



**Figura 3. Configuração de um motor**

A variável “Duração” recebe medidas em: Graus, Rotação, Segundos ou Ilimitado (Figura 3). Deve-se entender que, ao programar o motor com graus, está instruindo-o a girar seu eixo central aquela medida, seja ela, por exemplo:  $10^\circ$ ;  $180,5^\circ$ ;  $360^\circ$ ; ou  $849^\circ$ . Em outras palavras, as rotações indicam que o eixo do motor girou uma ou mais voltas ou ainda frações dessas. Se utilizarmos como referência um relógio, uma rotação do motor é como uma volta completa do ponteiro das horas.

### 3. Desenvolvimento

#### 3.1 O problema:

A tarefa que ensejou o problema que será especificado a seguir foi projetar um robô que andasse pela sala de aula, objetivando fazer sua limpeza. Apesar das soluções, o problema em realizar, com precisão, a ação de movimentar o robô sempre se dava pela

tentativa e erro, ou seja, os alunos programavam um robô com dados baseados em estimativas visuais. Após a execução do programa, eles observavam os ajustes que deveriam realizar, de modo que esses ajustes também eram amparados puramente na visualização e em novas estimativas.

Percebe-se que a estratégia utilizada pelos alunos para realizar a programação é de “tentativa e erro”. É uma forma mais demorada de encontrar os resultados esperados, mas ao mesmo tempo permite que os alunos analisem as diferentes possibilidades de programação e testem hipóteses (Maliuk, 2009, p.74).

A tentativa e erro é uma forma de aprendizagem. Nesse processo os alunos reconheceram que as diferentes rodas exigiam dados diferentes para programar o robô em um mesmo trajeto (Maliuk, 2009). Por exemplo, quanto maior o raio da roda, menor o número de rotações necessárias para percorrer a trajetória desejada.

A falta de precisão e a quantidade demasiada de tentativas fez com que fosse criado um momento de reflexão, com o intuito de otimizar o método até então utilizado. Foi nesse momento que o debate sobre o uso da Matemática teve início. A necessidade de estabelecer uma relação que produzisse resultados em menos tempo e de maneira mais precisa foi potencializada pela participação do grupo do subprojeto no Torneio de Robótica em 2012.

A formulação do problema iniciou-se da constatação feita até então: o raio das rodas estava relacionado aos dados a serem considerados, mas as discussões não avançaram até o torneio, que foi disputado calibrando o robô por tentativa e erro.

Após a finalização das atividades do torneio, em janeiro de 2013 realizou-se um encontro com os membros da equipe para debater o tapete da competição. Esse encontro aconteceu no laboratório do Núcleo de Pesquisa em Mídias na Educação da Universidade Federal de Uberlândia. Nas discussões daquela manhã, ressurgiu o problema de como calcular com precisão os valores de entrada na programação (Rotações ou Graus) que um robô necessita para percorrer um determinado trajeto.

O problema formulado foi: **dado um robô sobre uma superfície plana, temos que a roda é perpendicular a qualquer parte desse plano e concêntrica ao motor que propulsiona o movimento do robô. Dessa forma, quantas rotações dessa roda e, portanto, do motor, são necessárias para que o robô percorra uma dada distância em linha reta?**

### 3.2 A solução:

A solução proposta pelos alunos foi sintetizada em uma planilha eletrônica, pois nela, segundo os alunos, há maior compreensão das medidas envolvidas, bem como das relações entre elas. Nesse contexto, a planilha eletrônica pode ser vista como um simulador, para os cálculos matemáticos. Para esse texto, decidiu-se apresentá-la inicialmente (Figura 4) e, posteriormente, descrevê-la explicando sua construção. Pois acredita-se que tal tabela será mais significativo à compreensão dos modelos matemáticos envolvidos.

	A	B	C	D	E
1	O Robô se movendo em trajetória retilínea				
2	Diâmetro da roda	Distância (cm)	Rotação	Graus	
3	2,4	10	1,33	478,8	
4	3	10	1,06	381,6	
5	4,2	10	0,76	273,6	
6	5,7	10	0,56	201,6	
7	8,2	10	0,39	140,4	

Figura 4. Produto da solução dos alunos

Essa é uma produção dos alunos do Ensino Médio. Para entendê-la é preciso recuperar as ideias que a constituíram. Nas conclusões a partir do processo de tentativa e erro, observou-se que, para movimentos retilíneos, importam a largura do robô, o diâmetro ou raio da roda e a distância a ser percorrida. Dessas observações, percebeu-se que era preciso compreender como explicar matematicamente as medidas que envolviam o movimento do robô.

### 3.2.1 A relação entre as rotações do motor e o comprimento de uma trajetória retilínea

Dado que, de um certo ponto de vista, o contorno da roda pode ser considerado como uma circunferência, definiu-se que, ao considerar um ponto sobre uma circunferência, a **Rotação** ( $\rho$ ) é a quantidade de vezes que esse ponto percorre toda circunferência até retornar sua posição de origem. Vale lembrar que a roda e o motor são concêntricos, isto é, as rotações da roda coincidem com as rotações do motor.

Nesse sentido, podemos expressar a Rotação como a razão entre  $l$ , pelo comprimento ( $c$ ) da roda:

$$\rho = \frac{l}{c} \quad (1)$$

Adota-se que a roda seja representada por uma circunferência, logo,  $c$  é o comprimento dessa circunferência e este é determinado por  $c = \pi \cdot d$ , em que  $d$  é o diâmetro da circunferência e a constante  $\pi \cong 3,14$ , então:

$$\rho \cong \frac{l}{3,14 \cdot d}$$

Com isso, tem-se o modelo matemático que determina a quantidade de rotações da roda. No *software* Excel, este modelo ficou escrito da seguinte forma:

$$\rho \cong \frac{C3}{3,14 \cdot A3}$$

A expressão é apresentada na planilha, como mostra a Figura 5.

	A	B	C
1	Movimento do Robô em trajetória retilínea		
2	Diâmetro da roda	Distância (cm)	Rotação
3	2,4	10	1,33
			=ARRED(B3/(3,14*A3); 2)

Figura 5. Giro do motor em Rotações

Observe que o modelo resulta na quantidade de rotações. Essa quantidade pode ser, também, expressada em Graus. Sabe-se que  $c$  é comprimento total de uma circunferência. O arco de uma volta corresponde a  $360^\circ$ , portanto a relação entre rotação da roda e Graus ( $\gamma$ ) do motor é dada por:

$$\gamma = \rho \cdot 360^\circ \quad (2)$$

No Excel, Figura 6, este modelo ficou escrito da seguinte forma:

$$\gamma = E3 \cdot 360^\circ$$

	A	B	C	D
1	Movimento do Robô em trajetória retilínea			
2	Diâmetro da roda	Distância (cm)	Rotação	Graus
3	2,4	10	1,33	478,8
				=C3*360

Figura 6. Giro do motor em Graus

Note o exemplo: dado o diâmetro da roda igual a 5,7 cm, quantas Rotações ( $\rho$ ) ou Graus ( $\gamma$ ) são necessários para percorrer uma trajetória de 40 cm?

Calculando  $\rho$ :

$$\rho \cong \frac{40}{3,14 \cdot 5,7} \cong 2,23$$

Calculando  $\gamma$ :

$$\gamma \cong 2,23 \cdot 360 \cong 802,8^\circ$$

Observe que o resultado corresponde àquele produzido pela planilha eletrônica (Figura 7).

	A	B	C	D
1	Movimento do Robô em trajetória retilínea			
2	Diâmetro da roda	Distância (cm)	Rotação	Graus
3	5,7	40	2,23	802,8

**Figura 7. Exemplo no movimento**

Portanto, para que um robô cujas rodas possuem diâmetro de 5,7 cm percorra uma trajetória retilínea, de comprimento 40 cm, é necessário inserir no *software* 802,8°.

#### 4. Experimentos/Discussão

Foram realizadas verificações de adequabilidade da modelagem obtida. Isto é, os valores determinados a partir das equações foram inseridos na programação do robô, para que os discentes analisassem a confiabilidade dos modelos, enquanto solução para o problema, propiciando a validação deles à medida que não apresentavam distorções na execução dos giros.

Em outras situações o aplicativo tornou-se usual, apesar da sua capacidade de trabalhar com qualquer raio de roda. Inseriam-se os raios e as distâncias a serem percorridas. Apesar da precisão dos dados, em alguns momentos, os robôs apresentavam pequenos erros oriundos de outras variáveis como bateria e atrito que nos cálculos matemáticos não eram considerados.

O problema fez com que os alunos pesquisassem, refletissem e usassem o conhecimento científico que eles já haviam visto na escola. Trata-se de um processo de conversão, que usa ferramentas básicas da álgebra e o cálculo de circunferência. Foi uma situação-problema real, uma solução em que a Matemática foi necessária. Nessa situação, eles fizeram uma relação do conhecimento teórico com a prática.

#### 5. Considerações finais

As considerações finais caminham para a conclusão de que o trabalho com robótica, no contexto desse artigo, culminou no processo de Modelagem Matemática. O foco desse trabalho não é aprofundar nesse tema, tratando-o como metodologia. Contudo, apresentou-se aqui a experiência narrada e, devido ao processo produzido, foram percebidas características marcantes da Modelagem. Essas características podem ser agrupadas, segundo Biembengut e Hein (2000), em três etapas:

- A interação, que é composta por: reconhecimento da situação-problema e familiarização com o assunto a ser modelado
- A matematização, que é composta por: formulação do problema e resolução dele em termos do modelo
- O modelo matemático, que é composta por: interpretação da solução e validação do modelo.

A falta de precisão e a quantidade demasiada de tentativas para que um robô se desloque de uma dada extensão fez com que fosse criado um momento de reflexão, com o intuito de otimizar o método até então utilizado. Isso configurou o reconhecimento da



situação-problema, parte integrante da etapa interação. Ainda, nessa etapa ocorreu a familiarização com o assunto a ser modelado, por meio de tentativas e erros.

Como decorrência da primeira etapa, os alunos formularam o seguinte problema: dado um robô sobre uma superfície plana, tem-se que a roda é perpendicular a qualquer parte desse plano, e concêntrica ao motor que propulsiona o movimento do robô. Dessa forma, quantas rotações dessa roda e, portanto, do motor, são necessárias para que o robô percorra uma dada distância? A partir das reflexões, os modelos matemáticos, representados pelas equações (1), (2) foram construídos com o auxílio do *software* Excel.

Construídos os modelos, os alunos passaram a interpretá-los, observando as implicações de suas respectivas soluções. Além disso, foram realizadas verificações de adequabilidade. Isto é, os valores determinados a partir das equações foram inseridos na programação do robô, para que os discentes analisassem a confiabilidade dos modelos, enquanto solução para o problema, propiciando a validação deles à medida que não apresentavam distorções na execução.

Construir um recurso digital capaz de calcular as Rotações ou Graus para a programação de um robô percorrer uma determinada distância usando um determinado jogo de rodas não ficou apenas no movimento em uma linha reta. Solucionar esse problema só estimulou os alunos a questionar mais a programação e o movimento do robô.

Esse estudo leva a outros problemas a serem abordados em futuros trabalhos, cujas indagações podem ser: como calcular exatamente os giros de um robô? Quando ele gira usando as duas rodas? Quando uma das rodas é usada como ponto fixo? Nesse processo, o questionamento é que leva à investigação e essa a aprendizagem.

## 6. Referencias

- Barbosa, F. da C.. (2011) Educação e Robótica Educacional na Escola Pública: As Artes do Fazer. 182 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.
- Biembengut, M. S. e Hein, N. (2000). Modelagem matemática no ensino. 1. ed. São Paulo: Contexto.
- Campos, F. R. (2005). Robótica pedagógica e inovação educacional: uma experiência no uso de novas tecnologias na sala de aula. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Educação, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.
- Chella, M. T. (2002). Ambiente de robótica para aplicações educacionais com superlogo. 186 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Leitão, R. L. (2010). A Dança dos Robôs: Qual a Matemática que Emerge Durante Uma Atividade Lúdica com Robótica Educacional? 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Educação Matemática, Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo.

- Maliuk, K. D. (2009). Robótica Educacional Como Cenário Investigativo Nas Aulas De Matemática. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Matarić, M. J. (2014). Introdução à robótica; tradução Humberto Ferasoli Filho, José Reinaldo Silva, Silas Franco dos Reis Alves. -1.ed. São Paulo: Editora Unesp/Blucher.
- Rey, F. G. (2005). Pesquisa Qualitativa e Subjetividade: os processos de construção da informação. [Tradução Marcel Aristides Ferrada Silva]. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- Rocha, R. (2006). Utilização da robótica pedagógica no processo de ensino aprendizagem de programação de computadores. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Educação Tecnológica, Centro Federal e Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Zilli, S. do R. ( 2004). A Robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## **7. Agradecimentos**

Agradecemos a Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais, ao Núcleo de Pesquisa em Mídias na Educação (NUPEME) – UFU e a Pró-Reitoria de Extensão, Cultura e Assuntos Estudantis (PROEXT/UFU).