

## ATIVIDADES PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE CONCEITOS GEOMÉTRICOS POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE UM ROBÔ HUMANOIDE

Roseli A. F. Romero, Renata C. G. Meneghetti, Rhandrey Maestri, Lucas O. Oliveira  
e-mails: [rafrance@icmc.usp.br](mailto:rafrance@icmc.usp.br); [rcgm@icmc.usp.br](mailto:rcgm@icmc.usp.br);  
[rhamaestri@gmail.com](mailto:rhamaestri@gmail.com); [lucas.orlandi.o@gmail.com](mailto:lucas.orlandi.o@gmail.com)  
Universidade de São Paulo- USP/Brasil

Núcleo temático: V Recursos para ensino e aprendizagem de matemática

Modalidade: CB

Nível educativo: 3 (secundário)

Palavras-chave: Robótica, ensino e aprendizagem de Geometria, robô humanoide NAO, atividades didático-pedagógicas.

### Resumo

*Este trabalho refere-se a um projeto que tem como propósito apresentar possibilidades do uso do robô humanoide conhecido como NAO no processo de ensino e aprendizagem de Matemática. O desenvolvimento do projeto se dá por meio de uma parceria entre pesquisadores da Educação Matemática e da Robótica. Com base numa concepção construtivista de conhecimento, este trabalho aborda duas fases da pesquisa: (i) elaboração de atividades didático-pedagógicas para o ensino de conceitos geométricos elementares com o uso do robô NAO; (ii) incorporação de funções no sistema de controle do robô NAO, as quais possibilitaram o desenvolvimento das atividades elaboradas. O trabalho traz contribuições no contexto do emprego da Robótica no cenário educacional. Do ponto de vista da Robótica, várias funções foram implementadas no ambiente de controle do robô NAO. Do ponto de vista da Educação Matemática, este trabalho sugere uma possível abordagem para interação entre robô e criança, visando facilitar o aprendizado de conceitos de Geometria.*

### 1 - Introdução

Atualmente a tecnologia se faz presente no cotidiano das pessoas, seja por meio de um celular, uma televisão ou até mesmo uma máquina de lavar roupas. Há um reconhecimento da importância e dos benefícios trazidos pelas novas tecnologias. Em relação à Robótica Educacional, entende-se que esta pode possibilitar ao estudante tomar conhecimento de uma tecnologia atual, desenvolver habilidades e competências como o trabalho de pesquisa, a capacidade crítica, o senso de saber contornar as dificuldades na resolução de problemas e o

desenvolvimento do raciocínio lógico. Entende-se que além de tornar o processo de aprendizagem mais prazeroso e construtivista, a utilização da Robótica Educacional pode desenvolver, em cada aluno, competências como raciocínio lógico, representação e comunicação, relações inter e intrapessoais, a utilização da criatividade, dentre várias outras habilidades.

Este trabalho refere-se a uma pesquisa que aborda utilização da Robótica, em especial do robô humanoide NAO, no processo de ensino e aprendizagem de Matemática e foi desenvolvido em parceria com pesquisadores da Educação Matemática (segundo e quarto autores deste artigo) e da Robótica (primeiro e terceiro autores deste artigo). O trabalho aborda duas fases do desenvolvimento do projeto da pesquisa. Na primeira delas, tomando como pressuposto uma concepção construtivista de conhecimento, elaborou-se algumas atividades didático-pedagógicas para o ensino de conceitos geométricos elementares com o uso do robô NAO. Esta fase do trabalho foi desenvolvida em um projeto de iniciação científica do quarto autor, sob a orientação da segunda autora deste artigo. Na sequência, em um projeto de iniciação científica do terceiro autor, sob orientação da primeira autora deste artigo, as funções que possibilitaram o desenvolvimento das atividades elaboradas foram incorporadas no sistema de controle do robô NAO. Por fim, apresenta-se uma discussão a respeito das contribuições advindas deste trabalho, tanto do ponto de vista da Educação Matemática quanto da Robótica.

## **2 - Pressupostos teóricos**

A tecnologia atualmente se faz presente em praticamente todos os segmentos da sociedade e é responsável por diversas mudanças na forma de execução de tarefas pelos seres humanos. Diversos recursos tecnológicos têm sido incorporados em processos de ensino e aprendizagem de Matemática e seu uso é enfatizado em diretrizes curriculares brasileiras tal como em Brasil (1999). Dentre os recursos tecnológicos utilizados atualmente temos também a Robótica, que se trata de uma área em ascensão enquanto ciência. De acordo com Oliveira (2007), a Robótica apresenta-se como um importante recurso tecnológico, surgindo no processo de Ensino e Aprendizagem como um instrumento que possibilita a exploração dos diversos temas do currículo escolar. A forma natural como se dá a integração de conhecimentos de diversas áreas é um dos fatores mais relevantes associados à Robótica

Educacional. Porém, é possível notar que há muito a ser feito em relação à sua utilização no cenário educacional, visto que, ainda são poucos os trabalhos sobre o estudo da aplicação desta ciência no ensino.

Em relação ao ensino de Geometria, os Parâmetros Curriculares Nacionais brasileiros (Brasil, 1999, p.123) destacam que “Para resolução de questões que envolvem a Geometria, tanto em Matemática quanto em outras áreas do conhecimento, é importante que o aluno tenha a capacidade de visualização, de compreensão e representação de formas geométricas, além de habilidades de quantificar comprimentos, áreas e volumes”. Dessa forma, entende-se que a Robótica pode ser aplicada no processo de ensino e aprendizagem de Geometria, pois permite ao aluno construir seu conhecimento a partir de suas próprias observações. Neste trabalho, a utilização da Robótica no cenário educacional tem como base uma perspectiva construtivista de conhecimento, a qual pressupõe uma participação ativa do sujeito no processo de elaboração do conhecimento (Paper, 1985).

### **3 - Metodologia**

Para a fase de elaboração de atividades com o uso do robô NAO, inicialmente tomou-se conhecimento do robô e suas potenciais habilidades por intermédio da interação com o grupo de pesquisadores de Robótica. Em seguida, considerando pressupostos do construtivismo e orientações curriculares para o ensino de Matemática, buscou-se elaborar atividades didático-pedagógicas, para o ensino de Geometria, envolvendo interações do aluno com o robô e favorecendo a construção do conhecimento pelo aluno. Após a elaboração de tais atividades, o grupo de Robótica buscou incorporar no robô NAO as funções que possibilitariam a aplicação de tais atividades.

Para desenvolver um novo comportamento (as funções desejadas), foi utilizado o software *Choregraphe*, disponibilizado pela empresa Aldebaran (Aldebaran, 2014). A principal forma de programação disponibilizada pelo software é na forma de “mini-blocos” de comportamentos. Uma versão simulada do robô também é fornecida para facilitar os testes com ele. Na Figura 1, são apresentados o robô NAO (Figura 1(a)) e as articulações possíveis dos seus membros superiores (Figura 1(b)). Na interface disponibilizada do robô, é possível modificar o movimento dos seus membros, alterando os ângulos de suas articulações. As funções implementadas foram desenvolvidas na linguagem de programação C++.

e Romero (2012), foi proposto um sistema de imitação e reconhecimento de movimentos utilizando várias articulações desse robô.



**Figura 1: Robô NAO e suas articulações.**

#### **4 – Desenvolvimento**

Nesta seção serão apresentadas as atividades didático-pedagógicas propostas para o ensino de conceitos de Geometria, envolvendo a participação do robô humanoide NAO. Num primeiro momento, após interação com o robô humanoide NAO e seguindo uma concepção construtivista de conhecimento, foram desenvolvidas atividades didático-pedagógicas a serem aplicadas com a presença do robô NAO, explorando alguns conceitos da Geometria, tais como área, perímetro e volume de figuras geométricas.

##### **4.1 -Atividades Propostas**

Para que o robô possa interagir com os alunos visando a aprendizagem de formas geométricas, foram propostas três atividades, apresentadas a seguir.

**Atividade 1:** Utilizar os comandos do robô NAO para desenhar uma figura no formato da letra.

Expresse os comandos necessários para que o robô NAO desenhe uma figura com o formato da letra 'L'. Após concluir o desenho, observe o resultado e cite quais figuras geométricas você identifica. O que pode ser afirmado quanto aos ângulos internos dessas figuras (são ângulos agudos, retos ou obtusos)? Considere as seguintes dimensões da figura:  $a = 2$  cm,  $b = 7$  cm,  $c = 10$  cm,  $d = 2$  cm. Calcule baseado no desenho (Figura 2(a)), o seguinte: (i) as dimensões dos dois lados que estão sem medidas; (ii) o perímetro; (iii) a área.

**Atividade 2:** Investigando conceitos de volumes.

Considerando a mesma figura, mas agora tridimensional, e o lado  $e = 3$  cm, tem-se o sólido

a seguir (Figura 2(b)). Calcule o volume suportado por ele.



**Figura 2(a) utilizada na Atividade 1. Figura2(b) utilizada na Atividade 2.**

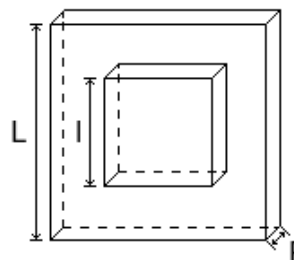
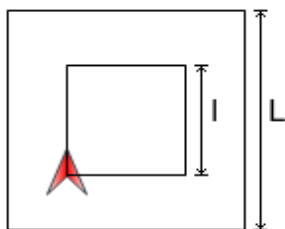
É possível observar que por meio desta atividade diversos conceitos de Geometria podem ser explorados, tais como perímetro, área, ângulos e formas geométricas. Esta atividade tem como objetivo trabalhar o conceito de volume de um sólido.

**Atividade 3:** Desenho de quadrados.

Faça com que o robô NAO desenhe um quadrado dentro do outro, sendo o lado do maior quadrado ( $L$ ) igual a 5 cm e o lado do quadrado menor ( $l$ ) igual a 2,5 cm, como na figura abaixo (Figura 3(a)). Descreva os comandos utilizados para concluir essa tarefa. Sabendo as dimensões dos quadrados, calcule a diferença entre as suas áreas e depois hachure a região resultante na figura. Agora, calcule a área da região hachurada.

Considere uma profundidade ( $P$ ) de 2 cm para a região que foi hachurada anteriormente. Com tal profundidade, tem-se a figura abaixo (Figura 3(b)). Calcule o volume do sólido.

Qual é a razão entre os lados  $L$  e  $l$ ?



(a) Figura geométrica planar.

(b) Figura geométrica tridimensional.

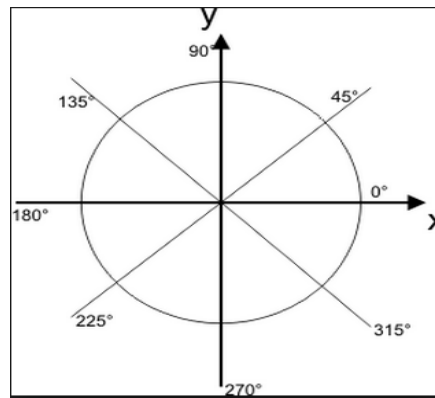
### **Figura 3: Figuras da atividade 3.**

Nesta atividade utilizam-se os conceitos de área, volume e proporção. Após o desenvolvimento dessas atividades, buscou-se adaptar as funções do robô NAO, a fim de possibilitar o uso dele no emprego de tais atividades para o ensino de conceitos básicos de Geometria. Para tal, do ponto de vista da Robótica, esta adaptação foi desenvolvida seguindo as etapas descritas a seguir.

#### **4.2 - Aplicativo educacional**

Foram implementadas algumas funções que fazem com que o robô NAO seja capaz de andar sobre o contorno de uma determinada forma geométrica. O usuário, por sua vez, deve identificar a forma geométrica percorrida pelo robô. Este aplicativo foi criado com o objetivo de fazer uma interação maior entre o usuário e o robô humanoide, fazendo com que o usuário controle a direção que o robô deve andar, seguindo o desenho desta trajetória na tela do computador. Este desenho é baseado nos ângulos em relação ao ciclo trigonométrico, exemplificado na Figura 4. Neste aplicativo foram feitas, inicialmente, três formas geométricas para testes e aplicações, usando quadrado, retângulo e triângulo.

Para a utilização do aplicativo são necessárias duas pessoas; uma delas seleciona a forma geométrica a ser percorrida pelo NAO, enquanto a outra observa os movimentos do robô e responde qual é a figura geométrica percorrida por ele. O desenvolvimento do aplicativo foi dividido em duas etapas. Cada uma delas difere na possibilidade de movimentos da trajetória realizada. Na primeira etapa, as trajetórias só podem ser realizadas em quatro direções diferentes, sendo a vertical, a horizontal e as duas diagonais, contemplando os ângulos de  $90^\circ$  e  $270^\circ$ ,  $0^\circ$  e  $180^\circ$ ,  $45^\circ$  e  $225^\circ$ ,  $135^\circ$  e  $315^\circ$ , respectivamente.

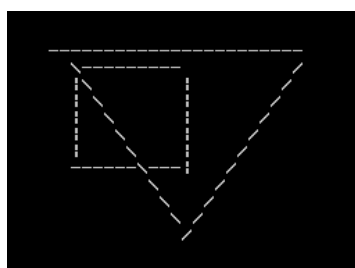


**Figura 4: Ângulos no Ciclo Trigonométrico.**

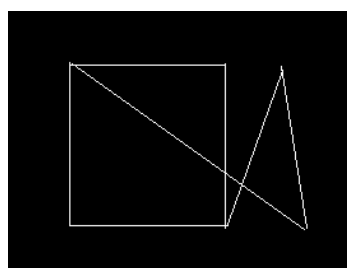
Para o desenho de trajetórias em qualquer direção, na segunda etapa, foi desenvolvido um aplicativo mais completo, que permite a movimentação do robô em qualquer direção. Para isso, foi utilizada uma biblioteca com recursos gráficos (*OpenGL*). Além disso, foram adicionados novos recursos, tais como ângulos negativos e maiores que  $360^\circ$ . Vários problemas tiveram que ser resolvidos, como o desenvolvimento de funções especiais para tratar limitações das funções próprias do robô, que o fazem andar e girar.

## 5. Resultados

Com o desenvolvimento do aplicativo educacional, foi possível uma nova forma de interação entre robô e aluno, possibilitando uma metodologia diferente para o aprendizado de formas geométricas e visualização espacial, fazendo com que os alunos tenham mais curiosidade e interesse sobre o assunto abordado. A Figura 5 exibe os resultados obtidos na execução do aplicativo educacional. Na Figura 5(a), é possível observar o resultado da primeira etapa do desenvolvimento. Na Figura 5(b), é possível observar o resultado da segunda etapa do desenvolvimento, em que foi utilizada uma biblioteca com recursos gráficos.



(a) Resultado da primeira etapa.



(b) Resultado da segunda etapa.

**Figura 5: Resultados obtidos nas etapas de desenvolvimento do aplicativo educacional.**

Uma aplicação dessas atividades junto a alunos do ensino fundamental e médio ainda não foi realizada, no entanto, em um trabalho anterior (Pinto, Oliveira, Benicasa, Meneghetti, & Romero, 2014), realizou-se uma aplicação de atividades de reconhecimento de figuras por meio de características de imagens coletadas pelo robô NAO. Os experimentos realizados mostraram que os alunos ficam muito motivados em interagir com o robô e, com isso envolveram-se por mais tempo e entusiasmo apresentando respostas mais sólidas (Tozadore, Pinto, & Romero, 2016). Esse resultado indica que, de fato, há um potencial importante a ser explorado quanto à utilização da Robótica no cenário educacional.

## 6. Considerações Finais

Neste trabalho foi explorada a utilização da Robótica, com o uso de um robô humanoide, para o ensino de conceitos matemáticos na educação básica. Do ponto de vista da Robótica, várias funções foram implementadas no ambiente de controle do robô, a fim de que ele pudesse ser adaptado e conseguisse desenvolver as atividades elaboradas. Do ponto de vista educacional, este trabalho sugere uma possível abordagem para interação entre robô e aluno, visando facilitar o aprendizado de conceitos de Geometria. Como trabalho futuro, pretende-se aplicar tais atividades junto a alunos da educação básica (ensino fundamental) para aperfeiçoar a abordagem proposta (tanto do ponto de vista educacional quanto da Robótica) e discutir sobre possibilidades de utilizá-la no ambiente escolar. Apesar dos desafios que ainda se fazem presentes nos dias de hoje em relação ao uso da Robótica em sala de aula (tal



como o alto custo para aquisição de robôs), este trabalho mostra que a utilização dessa ciência pode enriquecer o processo de ensino e aprendizagem de Matemática, tornando-o mais dinâmico, lúdico e motivador.

**Agradecimentos:** à Pró-reitoria de Graduação da USP (programa ensinar com pesquisa) pela concessão de bolsa de iniciação científica ao quarto autor deste trabalho (sob a orientação da segunda autora); à FAPESP (processo nº. 2012/20522-9) e ao CNPq/ RHAIE (processo nº. 27342820128), pelo auxílio financeiro concedido a projetos de robótica do qual participaram a primeira e o terceiro autores deste artigo.

### Referências Bibliográficas

Aldebaran (2014). *NAO software 1.14.5 documentation*. Recuperado em 22/02/2017, <http://doc.aldebaran.com/1-14/>

Brasil. (1999). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: MEC.

Oliveira, R. (2007). *A Robótica na aprendizagem da Matemática: um estudo com alunos do 8º ano de escolaridade*. Tese de Doutorado, Universidade da Madeira, Portugal.

Papert, S. M. (1985). *Logo: Computadores e Educação*. São Paulo: Brasiliense.

Pinto, A. H. M., Oliveira, L. O., Benicasa, A. X., Meneghetti, R. C. G., & Romero, R. A. F. (2014). Inserção de um robô humanoide no Ensino de Objetos Geométricos 2D sobrepostos. In *3 Congresso Brasileiro de Informática na Educação e 25 Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD.

Tozadore, D.C., Pinto, A.H.M., & Romero, R. (2016). Variation in a Humanoid Robot Behavior to Analyse Interaction Quality in Pedagogical Sessions with Children. In *Proc. IEEE SBR / LARS'2016*, Recife-PB, Brazil, DOI [10.1109/LARS-SBR.2016.29](https://doi.org/10.1109/LARS-SBR.2016.29).

Zuher, F., & Romero, R. (2012). Whole-body imitation and recognition of human motions through a humanoid robot. In *Proc. SBR / LARS'2012* (pp. 190-195). Fortaleza-CE, Brazil.