

*Robotics as a tool for technological inclusion*

*La robótica como un instrumento para la inclusión tecnológica*

Antonio Cesar Germano Martins<sup>1</sup>

Alexandre da Silva Simões<sup>2</sup>

Ronaldo Carrion<sup>3</sup>

Kauê Cruz Silva<sup>4</sup>

Raquel Martins Montagnoli<sup>5</sup>

RESUMO

Este artigo discute as contribuições que projetos de extensão envolvendo robótica podem trazer para o processo de ensino-aprendizagem e apresenta uma abordagem acessível para a sua utilização a partir da construção de um robô de baixo custo não baseado em sistemas eletrônicos. Ao final, são apresentados resultados de implementações já realizadas pelos autores.

Palavras-chave: ensino-aprendizagem; robótica; inclusão tecnológica.

ABSTRACT

This article discusses the contributions that extension projects involving robotics can bring to the process of teaching and learning and it presents a low-cost approach for robot construction without electronic systems. Results with the suggested approach implemented by the authors are discussed.

Keywords: teaching-learning; robotics; technological inclusion.

RESUMEN

En este artículo se describe la contribución que la participación de proyectos de extensión de robótica pueden aportar al proceso de enseñanza y aprendizaje y presenta un método de bajo costo para la construcción de robots, sin sistemas electrónicos. Resultados con el enfoque propuesto por los autores aplicado se discuten.

Palabras-clave: enseñanza-aprendizaje; la robótica; la inclusión tecnológica.

---

<sup>1</sup> Doutor em Engenharia. Professor da Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp) – Campus de Sorocaba. Coordenador do Projeto de Extensão “Impetus”, financiado pela Pró-Reitoria de Extensão da Unesp. Av. 3 de Março, 511, Alto da Boa Vista, 18087-180, Sorocaba (SP), (15) 3238-3417, amartins@sorocaba.unesp.br

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia. Professor da Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp) – Campus de Sorocaba.

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia. Professor da Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp) – Campus de Sorocaba.

<sup>4</sup> Aluno do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp) – Campus de Sorocaba. Bolsista da Pró-Reitoria de Extensão da Unesp.

<sup>5</sup> Aluna do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp) – Campus de Sorocaba. Bolsista da Pró-Reitoria de Extensão.

## Introdução

Manter os alunos do ensino fundamental e médio motivados e despertar neles o interesse pelas ciências são metas que devem ser constantemente seguidas pelos agentes educacionais, quer seja para formar profissionais nas áreas de ciências e tecnologia ou cidadãos conscientes das necessidades de tais conhecimentos para a melhoria da qualidade de vida da sociedade em geral.

As dificuldades inerentes de algumas disciplinas, tais como física, matemática e programação de computadores, fazem com que muitos alunos se desinteressem por carreiras ligadas às ciências e tecnologias. No entanto, estas são importantes para o desenvolvimento tecnológico e o processo de inovação de um país.

O uso da robótica como forma de motivar alunos de diversos níveis escolares tem-se mostrado uma abordagem interessante (RUIZ-DEL-SOLAR, 2004; NAGCHAUDHURI, 2002), uma vez que permite a síntese de diversos conhecimentos na resolução de problemas do mundo real.

Segundo Zilli (2004), a robótica pode ser usada como uma ferramenta pedagógica que auxilia no processo ensino-aprendizagem e vai ao encontro das teorias e visões dos mais conceituados educadores da atualidade.

A construção de robôs dedicados a uma determinada tarefa permite expandir a criatividade dos alunos, evidenciar a necessidade de conhecimentos de sistemas físicos, bem como explorar vários aspectos da metodologia de desenvolvimento de projetos.

Para a universidade, o desenvolvimento de projetos de extensão que trabalhem com conceitos relacionados à robótica com alunos e professores dos ensinos fundamental e médio leva à articulação com a pesquisa e o ensino, uma vez que existe a necessidade de desenvolvimentos específicos que façam com que conceitos complexos possam ser apresentados para diver-

sos públicos, além de permitir a participação de estudantes de graduação de cursos correlatos nas diversas fases, que vão do planejamento das atividades, adaptações e adequações dos conteúdos envolvidos de resultados de pesquisas à execução e avaliação das atividades.

## Definição e importância de um robô

Inicialmente, temos de definir o que é um robô. Segundo Pazos (2002), um robô é uma máquina automática e programável que, portanto, tem as seguintes características: conta com uma fonte de energia (elétrica, química, mecânica), tem a capacidade de transformar energia em trabalho e permite que seja programada. Assim, um robô é uma máquina que pode executar um conjunto de tarefas.

Existem diversas apresentações de robôs que, de acordo com suas características, podem ser classificados em manipuladores, móveis, autônomos e inteligentes.

Os manipuladores realizam tarefas específicas e se encontram fixos em uma base. Nas indústrias, são utilizados em estações de solda e manipulação de peças.

Os robôs móveis têm a característica de se locomoverem pelo ambiente, podendo ou não estar conectados a uma estação de controle ou uma fonte de energia externa. Os robôs móveis conectados têm um papel importante em tarefas que tragam perigo potencial à vida humana e que necessitam de supervisão na sua execução, como, por exemplo, o desarmamento de uma bomba ou a exploração de regiões inóspitas.

Os robôs autônomos têm a capacidade de se mover livremente pelo ambiente, não estando conectados a nenhuma estação de controle. Nesta categoria estão, por exemplo, robôs aéreos que podem captar imagens da superfície terrestre para análise posterior.

Já os robôs inteligentes são dotados da capacidade de interagir com o meio de forma a lhes permitir tomar decisões em tempo real pela análise de leituras de sensores em condições que não necessariamente foram previstas. São os mais complexos, uma vez que utilizam técnicas de inteligência artificial (RUSSEL, 1995).

Existem diversos argumentos para que se construam robôs, quer sejam de ordem econômica ou relacionados à qualidade de vida do ser humano.

Na indústria, a utilização de robôs leva à redução de custos, aumento da produtividade e garantia de qualidade do produto, uma vez que, em tarefas repetitivas, os robôs podem trabalhar ininterruptamente por um longo período, são mais rápidos que um ser humano, desperdiçam menos material e trabalham com grande precisão.

Em relação à qualidade de vida do ser humano, um robô pode operar em ambientes hostis, executando tarefas em locais inóspitos, como o fundo do mar, o espaço, no interior de usinas nucleares, em regiões muito quentes, muito frias ou muito barulhentas. Além disso, podem operar com materiais perigosos, tais como explosivos ou produtos tóxicos, sejam químicos, biológicos ou radioativos.

Além disso, os robôs permitem que o ser humano possa se dedicar à criação, organização e controle, além de ter mais tempo livre para desfrutar a vida. Dessa forma, não se trata de tomar o lugar de uma posição de trabalho, mas sim de possibilitar que tarefas mais nobres sejam executadas. Naturalmente, essa mudança de paradigma depende de uma série de condições, quer sejam econômicas, culturais ou sociais, que estão longe de serem satisfeitas no curto prazo. Contudo, deve-se ter em mente que uma sociedade na qual o ser humano tenha uma melhor condição de vida passa pela utilização de robôs.

No caso específico do processo de ensino-aprendizagem, a melhor argumentação para a construção de robôs é que se trata de um

processo extremamente divertido que oferece o estímulo à criatividade, o desenvolvimento de habilidades manuais, o estudo e a aplicação de conceitos científicos, a possibilidade de se trabalhar em equipe, a obtenção de um resultado concreto e o contato com um processo com o qual, a partir da interatividade, obtêm-se aprimoramentos.

## As contribuições da robótica no processo de ensino-aprendizagem

A criação de um robô está intimamente ligada a uma tarefa a ser executada. Dessa forma, dado o problema, deve-se usar a criatividade para se obter uma proposta de robô. Diversas perguntas devem ser respondidas: Como o robô deverá se locomover? Com rodas, patas ou se arrastando? Qual será a fonte de energia a ser utilizada? Quais os materiais a serem utilizados? Qual será a sua forma? Parecido com um carrinho, um ser humano, uma aranha? Como será controlado? A resposta a essas e outras perguntas devem ser obtidas baseando-se em discussões e buscas de soluções em revistas, livros, filmes ou na internet.

Após a concepção, deve-se partir para a fase de construção, que irá contribuir para o desenvolvimento ou aprimoramento de habilidades manuais, pois será necessário desenhar (não se deve esquecer do projeto do robô), cortar, encaixar, colar, parafusar, pintar, soldar, entre outras ações.

Como o foco é o processo de ensino-aprendizagem, em todas as etapas deve-se discutir a aplicação de conceitos científicos. Deve-se ressaltar que, para a construção e operação de um robô, são necessários conceitos de matemática, física, química e computação.

Durante a etapa de concepção do robô, pode-se realizar uma série de cálculos matemáticos para se obter a quantidade de material a ser

utilizado, além dos custos envolvidos.

A estrutura física de um robô pode ser utilizada para discutir conceitos relacionados à estática, salientando-se a importância do equilíbrio de forças. O movimento de um robô permite que sejam abordados os conceitos de deslocamento, velocidade, aceleração, força, energia mecânica e transformação de energia.

Com relação à química, muitas fontes de energia envolvem processos químicos, tais como pilhas.

A computação está presente no processo de programação do robô. Em vez de se basear simplesmente em uma linguagem de computação, pode-se apresentar para os alunos o conceito de algoritmo, ou seja, a partir de um conjunto de passos finitos, pode-se realizar uma tarefa. Deve-se notar que esse conceito independente de um computador, podendo ser realizado inclusive a partir de determinadas instruções passadas para uma pessoa.

Como o projeto e a construção de um robô requerem o desenvolvimento de diversas tarefas, estas podem ser divididas e executadas por uma equipe. Uma possível divisão pode ser: estrutura, transmissão e deslocamento, fonte de energia, programação e gerência. Deve-se notar que essas tarefas são interdependentes, levando os alunos a interagir e perceber as dificuldades que decorrem dessa interação.

O processo de criação e construção de um robô leva à execução de tarefas que formam um processo cíclico de erros e correções. Assim, a interatividade leva ao aprimoramento. Embora a análise de erros e a implantação de correções sejam aprendizados importantes, deve-se salientar para o aluno que, a partir de avaliações criteriosas, passos metódicos e aplicação de conhecimento, pode-se diminuir o tempo de desenvolvimento, minimizando esforços e custos, obtendo-se um resultado concreto mais rapidamente.

## Construção de um robô de baixo custo

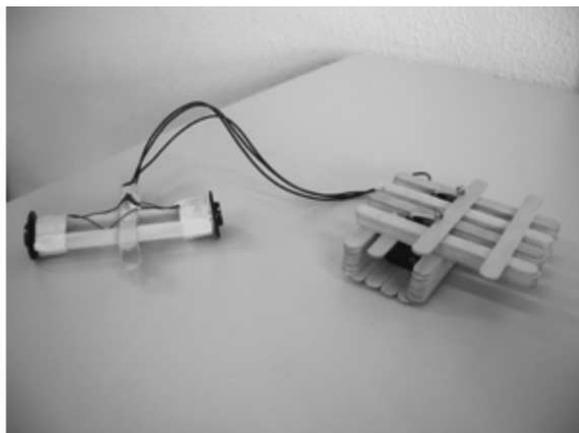
Existem várias possibilidades de plataformas para a construção de robôs. Podem-se utilizar kits comerciais que trazem peças de encaixe, dispositivos de comando digital programável, sensores e motores (LEGO, 2009; SATO, 2002) ou, ainda, utilizar material de sucata e circuitos eletrônicos dedicados.

Entre as principais barreiras para o uso dessas possibilidades em escolas de ensino médio e fundamental, principalmente as públicas, estão o custo e os conhecimentos necessários por parte dos professores para se fazer a programação apropriada ou trabalhar com circuitos eletrônicos dedicados.

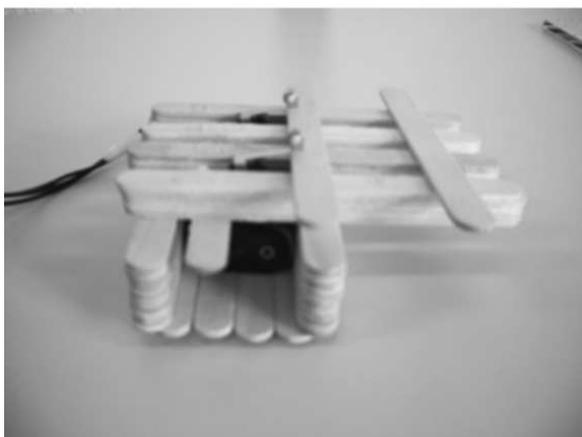
Dessa forma, propõe-se criar um robô autônomo conectado a uma base de controle, com material de baixo custo, de simples manuseio e fácil de ser encontrado. Para isso, utilizam-se 2 motores de corrente contínua de aparelho de reprodução de CD-ROM, 2 clamps para CD-ROM como rodas, palitos de sorvete, suporte de pilha, pilhas AA, 2 chaves de contato, fio, fita adesiva e cola. A Figura 1 mostra o robô proposto.

O circuito que conecta os dois motores, as chaves de contato e as pilhas são mostrados esquematicamente na Figura 2. Com essa configuração, cada chave de contato é ligada a uma roda, de forma que, se apenas uma das chaves estiver fechada, o robô irá fazer um curva em torno da roda parada. Assim, é possível que o robô siga uma trajetória predeterminada colocando-se, por exemplo, fitas adesivas no chão.

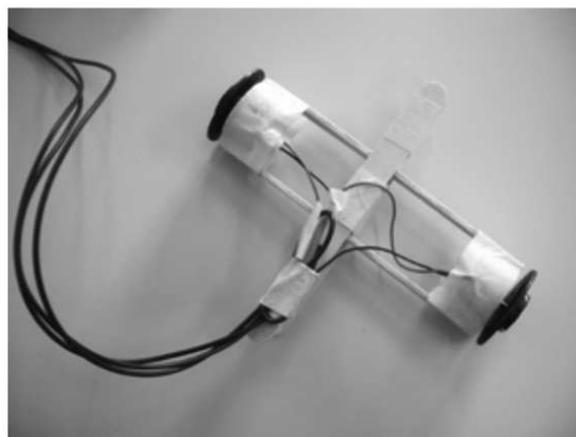
Com essa abordagem, a execução do algoritmo de movimento fica por conta do aluno, que controla o robô a partir das duas chaves de contato.



(a)



(b)



(c)

FIGURA 1 - ROBÔ DE BAIXO CUSTO: (a) VISÃO GERAL, (b) DETALHE DA BASE DE COMANDO E (c) DETALHE DO CORPO MÓVEL

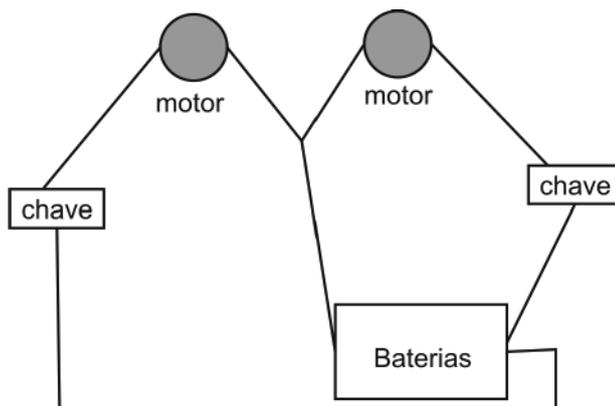


FIGURA 2 - ESQUEMA DE CONEXÃO DOS MOTORES, DAS CHAVES E DA BATERIA

Para se automatizar a execução do algoritmo, pode-se construir um dispositivo com um disco de CD-ROM, tiras circulares de papel alumínio coladas em uma das faces do disco seguindo trilhas, e dois fios sobre cada uma das trilhas, conforme apresentado na Figura 3. Ao se rodar o disco, os fios irão passar por regiões com e sem papel alumínio. Ao passarem pela região com papel alumínio, o contato irá se fechar, permitindo a passagem de corrente elétrica, que é interrompida quando os fios estiverem em

uma região sem papel alumínio. Dessa forma, esse dispositivo substitui as chaves presentes na Figura 2. Com isso, o intervalo de tempo em que os motores estarão ligados ou desligados, bem como o sincronismo entre eles, será dado pelos tamanhos e disposições relativas das tiras de papel alumínio. Dessa forma, o algoritmo pode ser executado automaticamente, bastando rodar o disco manualmente ou de alguma outra maneira.

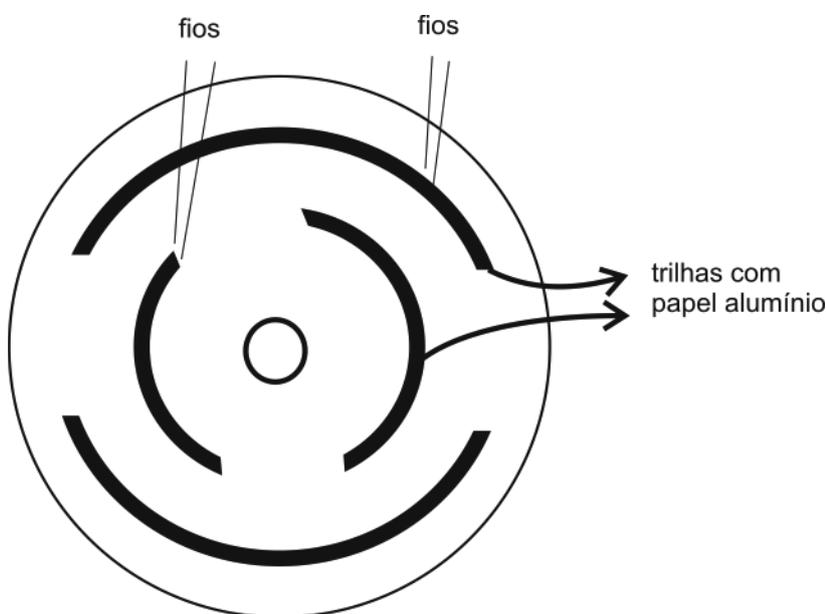


FIGURA 3 - DISCO DE CD-ROM COM TRILHAS DE PAPEL ALUMÍNIO E FIOS USADOS PARA A AUTOMATIZAÇÃO DA EXECUÇÃO DO ALGORITMO DE MOVIMENTO DO ROBÔ

O cálculo do tamanho das tiras e suas posições relativas podem ser problemas interessantes para alunos do ensino médio, mas, para alunos do ensino fundamental, devem ser feitos pelo professor responsável.

## Resultados de implementação com alunos

Dentro do Projeto de Extensão Impetus (IMPETUS, 2009), realizou-se um conjunto de atividades com 37 alunos de ensino fundamen-

tal de escolas públicas municipais da cidade de Sorocaba. Essas atividades foram compostas por palestras e a construção do robô de baixo custo, como apresentado na seção anterior. Durante as palestras procura-se motivar os alunos a se interessarem sobre temas ligados a ciência e tecnologia. Para isso, foram apresentados fotos e vídeos de diversos robôs, buscando discutir suas aplicações, as dificuldades para se construir robôs e a necessidade do conhecimento para realizar essa tarefa. Concomitantemente, os alunos foram divididos em grupos de 3 para a construção dos robôs. Em cada encontro foram abordados tópicos relativos a uma etapa

da montagem. Assim, discutiu-se a questão da estrutura física do robô, da mobilidade, fontes de energia e conexões dos fios. Ao final de 4 encontros, os alunos terminaram a construção do robô e executaram a tarefa de fazê-lo seguir um caminho feito no chão com fita adesiva.

Durante a execução das atividades pôde-se perceber o grande interesse e entusiasmo dos alunos com relação à robótica. Além disso, os alunos de graduação bolsistas participantes do projeto (e coautores deste artigo) relataram que as atividades desenvolvidas contribuíram para a reflexão sobre a situação da sociedade brasileira e as dificuldades da rede pública de educação, além de exaltarem o caráter social do projeto.

Um dos grandes problemas encontrados foi adequar a linguagem para alunos na faixa etária de 8 a 10 anos. Palavras corriqueiras no ambiente universitário, como energia ou trabalho (de uma força), não têm significado para esses alunos. Adotou-se então uma abordagem que procurou explicar os conceitos sem utilizar termos técnicos.

## Conclusão

A robótica é uma área que trabalha com conceitos oriundos de diversas outras áreas, como a física, a química, a computação e a engenharia. Dessa forma, tem uma grande

riqueza de material que pode ser utilizado na motivação de alunos de ensino fundamental e médio com relação às ciências e tecnologia. Além disso, a construção de robôs é um processo lúdico e extremamente atrativo que, quando bem planejado, pode ser utilizado para apresentar e discutir conceitos.

As atividades implementadas pelos autores deste artigo têm demonstrado que a robótica é uma ferramenta que tem fortíssima capacidade de motivação, socialização e de gerar um significativo aumento da autoestima dos indivíduos (de crianças a pós-graduandos), mediante a comprovação prática dos indivíduos de sua capacidade de se relacionar e de produzir tecnologia. Por outro lado, existem grupos e indivíduos com conhecimento técnico nessa área – sobretudo dentro da universidade – ávidos por repassar esse conhecimento e exibir seus desenvolvimentos.

Nesse sentido, a implementação de projetos de extensão universitária baseados na abordagem apresentada a comunidades de indivíduos socialmente excluídos parece promissora. Fortalece, ainda, a relação do meio acadêmico com a sociedade, utilizando a experiência e notoriedade da universidade nos campos do ensino e pesquisa e contribuindo para a democratização do conhecimento, indo de encontro com as demandas da comunidade em que se insere.

## REFERÊNCIAS

IMPETUS. Disponível em: <<http://www.sorocaba.unesp.br/impetus/>>. Acesso em: 23/01/2009.

LEGO. Disponível em: <<http://mindstorms.lego.com/eng/Overview/default.aspx>>. Acesso em: 23/01/2009.

NAGCHAUDHURI, A.; SINGH, G.; KAUR, M.; GEORGE, S. LEGO robotics products boost student creativity in pre-college programs at UMES. In: ASEE/IEEE FRONTIERS IN EDUCATION, 2002, Boston. *Anais...* Boston, 2002. v. 3, p. S4D-1-S4D6.

PAZOS, F. *Automação de sistemas & robótica*. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2002.

RUIZ-DEL-SOLAR, J.; AVILES, R. Robotics courses for children as a motivation tool: the Chilean experience. *IEEE Transactions on Education*, v. 47, n. 4, p. 474-480, 2004.

RUSSEL, S. J.; NORVIG, P. *Artificial intelligence – a modern approach*. 2. ed. London: PrenticeHall International, 1995.

SATO, J. *Jin Sato's Lego mindstorms: the master's technique*. São Francisco: No Starch Press, 2002.

ZILLI, S. R. *A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

Texto recebido em 16 de fevereiro de 2009.

Texto aprovado em 11 de novembro de 2009.