

## **PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DE ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA USO EM PRÁTICAS CONSTRUTIVISTAS**

Hans Hoffmann Sathler – Hans.Sathler@member.isa.org  
Marco Talles Vieira Silva – Marco.Silva@member.isa.org  
Ângelo Rocha de Oliveira – angelo@leopoldina.cefetmg.br  
Marlon José do Carmo – marlon@leopoldina.cefetmg.br  
Lindolpho Oliveira de Araújo Junior – lindolpho@leopoldina.cefetmg.br  
Rua José Peres, 558, Centro  
36700-000 – Leopoldina – MG.

**Resumo:** *Este artigo tem por finalidade apresentar o desenvolvimento de um kit de robótica educacional de baixo custo para uso em atividades escolares na linha construtivista, visando a aplicação em escolas de públicas, como forma de reduzir o atraso no aprendizado. Foi modelado, construído e testado um circuito para acionamento de juntas robóticas baseado em servomotor CC de baixo custo, do tipo usado em sistemas de posicionamento de antenas parabólicas, apresentando resultados satisfatórios. Apresentou-se o esquemático do sistema que se propõe e a linha metodológica que será usada em etapas futuras da pesquisa.*

**Palavras-chave:** *Robótica educacional, Microcontroladores, Servomotor, Construtivismo*

### **1 INTRODUÇÃO**

A robótica educacional é cada vez mais difundida como prática de atividade escolar (ARANIBAR *et al*, 2006), (CASTILHO, 2002). Esse fato é devido aos inúmeros benefícios que sua utilização pode trazer, pela utilização do materialismo-dialético, da teoria de Vygotsky (OLIVEIRA, 1997) e (VYGOTSKY, 1993), na formação tanto de discentes dos níveis de ensino básico, fundamental e médio, onde os conceitos vistos em disciplinas como matemática, física e biologia, por exemplo, podem ser aplicados, quanto aos alunos de ensino superior, visando atividades de pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias.

Diferentemente da Robótica Industrial, que tem como finalidade a eficiência em sua aplicação, a Robótica Educacional visa à formação intelectual do discente durante o processo de elaboração (CASTILHO, 2002) (MORETTO, 2000). Pode-se observar que grande parte dos estudantes no Brasil, mesmo os do ensino médio ou superior, apresentam um déficit relacionado ao domínio cognitivo, ao raciocínio lógico, além de aspectos comportamentais de cunho individual e em grupo. Por isso, parece bastante relevante que se faça uma reflexão crítica da influência do uso da robótica educacional nas escolas, no que se compreende a autonomia na construção do conhecimento - aprendizado. Este trabalho visa demonstrar o quanto a robótica educacional favorece o desenvolvimento destes fatores nos alunos de escolas de ensino básico, médio e superior a partir da inserção de tarefas lúdicas e experimentais no currículo escolar, ou como atividade extracurricular e como o seu uso pode ser facilitado pela construção de kits robóticos educacionais de baixo custo.

O modelo clássico pedagógico instrucionista, em vigor no Brasil, retarda o desenvolvimento lógico e cognitivo dos alunos e tem como principal ponto negativo o professor pautado apenas como transmissor de conhecimento, o que acarreta um ensino homogêneo e padronizado (SAVIANI, 1983). Uma forma de inverter as limitações dessa

proposta de aprendizado é a utilização do construtivismo, de maneira que o professor não é responsável por apenas transmitir o conhecimento, mas sim ser um refrator entre o conhecimento e o grupo de discentes, trabalhando sobre a realidade concreta, abrindo perspectivas a partir dos conteúdos curriculares (CORREA, 1990, p.121). No construtivismo o professor trabalha no intuito de motivar o caráter crítico-investigativo do discente, proporcionando através de um trabalho em conjunto com os estudantes, a busca pela construção e entendimento do conhecimento.

A partir dessa premissa, a robótica educacional permite que o educando vivencie problemas que encontrará na vida acadêmico-profissional e seja capaz de solucioná-lo, tomando como base a experiência adquirida e não, formas predeterminadas.

Na Tabela 1 é apresentada uma comparação entre as salas de aula convencionais e a sala de aula essencialmente construtivista.

Tabela 1 - Comparação entre salas de aula tradicionais e construtivistas  
(MACHADO & MAIA, 2004)

<b>Sala de Aula Tradicional</b>	<b>Sala de Aula Construtivista</b>
Estudantes fundamentalmente trabalham sozinhos.	Estudantes fundamentalmente trabalham em grupos.
O acompanhamento rigoroso do currículo pré estabelecido é altamente valorizado.	Busca pelas questões levantadas pelos alunos é altamente valorizada.
As atividades curriculares baseiam-se fundamentalmente em livros-texto e de exercícios.	As atividades baseiam-se em fontes primárias de dados e materiais manipuláveis.
Avaliação da aprendizagem é vista como separada do ensino e ocorre quase que totalmente, através de testes.	Avaliação da aprendizagem está interligada ao ensino e ocorre através da observação do professor sobre o trabalho dos estudantes.

Para que métodos e técnicas construtivistas possam ser testadas em escolas do ensino público, nos diversos níveis de ensino, torna-se necessário a construção de kits educacionais de baixo custo, com arquitetura aberta e licença de uso livre para fins educacionais.

## 2 ANÁLISE DE REQUISITOS PARA MODELAGEM E CONSTRUÇÃO DO KIT

A partir da utilização de componentes nacionais, de software com licença de uso livre e capital intelectual, encontra-se em fase de desenvolvimento, no âmbito de um Programa de Educação Tutorial – PET Controle e Automação do CEFET-MG, um kit de robótica, de baixo custo, para o uso em escolas públicas, desde o nível básico até o nível superior, com maior enfoque no primeiro momento, ao ensino médio. Já existem kits no mercado - como LEGO®, Mindstorms NXT® e Robix®. No entanto, são economicamente inviáveis, principalmente para escolas públicas. Este projeto de pesquisa faz parte de uma atividade interna do Grupo PET em Controle e Automação. Corroborando para atingir ao objetivo de projeto do kit robótico, algumas metas estão em curso, dentre elas a construção do kit, programação, elaboração de material instrucional para docentes, manuais de utilização do kit, dentre outros.

## 2.1 Desenvolvimento do kit didático de robótica utilizando componentes de baixo custo

É de extrema importância para o projeto alcançar alunos de classes menos favorecidas. Para tal é essencial que o baixo custo do kit seja um fator de grande importância. Para tanto, só estão sendo utilizados componentes de baixo custo e de fácil aquisição no mercado nacional. O kit terá como base uma placa de desenvolvimento baseada em um microcontrolador dsPIC da MicroChip®, com 8 saídas PWM, além de periféricos, comunicação serial e terminais de entradas e saídas de sinais digitais, o que permitirá a implementação dos níveis de controle de posição e velocidade das juntas robóticas, controle de trajetória e controle em coordenação com o ambiente. Também, obedecerá a uma organização modular para facilitar a construção das soluções.

## 2.2 Utilização de softwares livres

O software livre é um grande aliado para a manutenção da acessibilidade, já que reduz o custo total do kit e de sua utilização. A linguagem Java seria uma boa opção, já que poderia auxiliar na portabilidade do programa. No entanto, outras linguagens como DevC++ estão sendo avaliadas. Testes estão sendo realizados com as duas linguagens de programação, com maior inclinação pelo uso do DevC++.

## 2.3 Aplicação do kit de robótica nos diversos níveis de ensino

Apesar da simplicidade de manuseio necessária, o kit deve apresentar maiores possibilidades de utilização, de forma a ser empregado desde o ensino básico até o nível superior. Sua utilização em escolas fundamentais e de ensino médio terá a função de auxiliar no desenvolvimento do raciocínio lógico, cognitivo e construção do conhecimento. Já na graduação, o kit pode ser aplicado para aproximar o estudante de engenharia da realidade do profissional, reduzindo assim índices de evasão e o entendimento teórico-prático de disciplinas, *práxis*. Uma das possíveis causas de maior evasão nos cursos de engenharia refere-se à imersão tardia de aspectos da *práxis*. Isso faz com que a falta de motivação ocorra e, conseqüentemente, a evasão. Para inverter essa situação, a imersão precoce em atividades escolares que envolvam a *práxis*, favorece o engajamento do discente no curso, motivando-o à prática de iniciação científica. Isso é bastante observado no curso de Engenharia de Controle e Automação do CEFET-MG, Campus Leopoldina, através da disciplina de Introdução à Experimentação e ao Desenvolvimento de Protótipos e Projetos, ainda no primeiro período do curso, além de atividades do grupo PET – Controle e Automação como: seminários, oficinas e minicursos.

## 3 METODOLOGIA

Para que se possa compreender a esse projeto de uso de Robótica como instrumento para práticas construtivistas, torna-se necessário descrever o protótipo que está sendo construído, cujo diagrama esquemático pode ser visto na Figura 1.

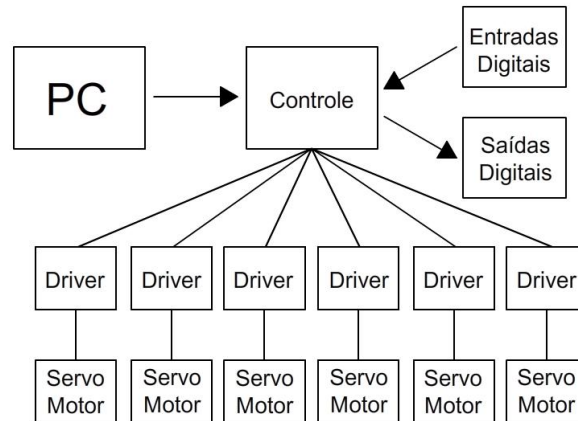


Figura 1 – Esquemático do sistema de controle e acionamento do robô

O sistema é composto de seis drivers eletrônicos para acionamento dos servomotores. O tipo de servomotor utilizado, o Motor Sat®, tem como característica de controle sinais PWM do tipo mostrado na Figura 2 (BAJERSKI & ABELLA, 2010), além do baixo custo e facilidade de aquisição no mercado nacional.

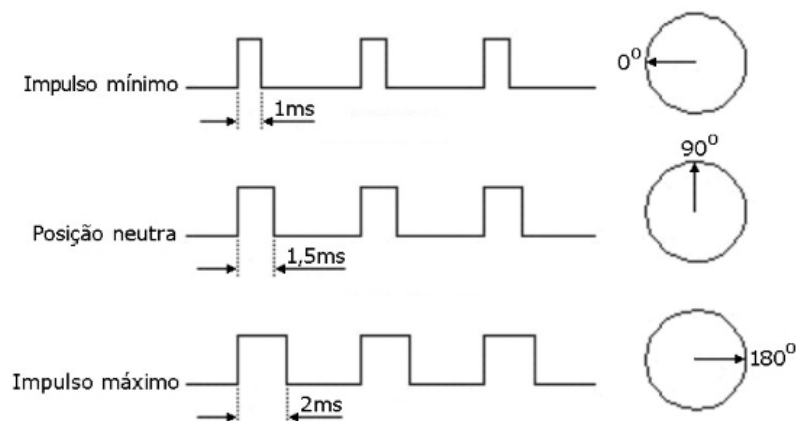


Figura 2 – Formas de onda e largura de pulso.

O período do pulso aplicado à entrada do servomotor determina o ângulo da rotação do motor. O princípio de funcionamento do motor baseia-se em (PWM – *Pulse Width Modulation*) Modulação por Largura de Pulso. Alterando-se a largura do pulso sem alterar a frequência do sinal de tensão aplicado ao motor, rotaciona-se o eixo com um torque proporcional à corrente imposta, que o mantém parado na posição relativa à largura do pulso aplicado, podendo o modelo de servomotor escolhido, suportar uma carga de até 2,8 kg. A frequência do pulso deve ser de 60hz. Foi projetado um circuito eletrônico de teste utilizando o circuito integrado 555 para gerar a saída PWM. O PWM desejado deve respeitar especificações como largura de pulso de 0,8 a 2,2ms e período de 20 a 25ms.

Para o desenvolvimento do kit foi selecionado o servomotor (Motor Sat®), devido à sua acessibilidade e custo reduzido. A vista explodida e a fotografia do motor podem ser vistos na Figura 3.

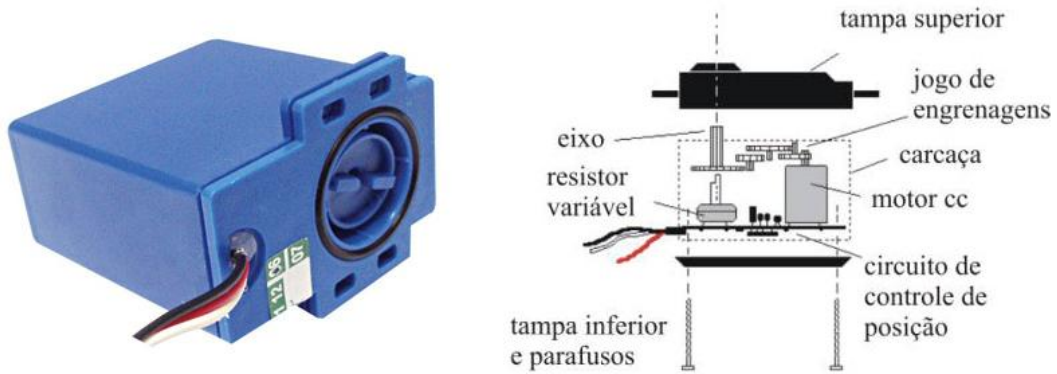


Figura 3 – Fotografia e vista explodida do servo motor utilizado

O circuito projetado é mostrado na Figura 4 e baseou-se em um circuito de teste apresentado por (BOYLESTAD, 1998).

A Figura 4 também apresenta o resultado da simulação do circuito de teste. Após a simulação o circuito foi montado em uma matriz de pontos (protoboard) como pode ser visto na Figura 5. Os resultados do teste realizado foram importantes para a análise de requisitos para especificação e desenvolvimento dos drivers de acionamento dos motores das juntas robóticas.

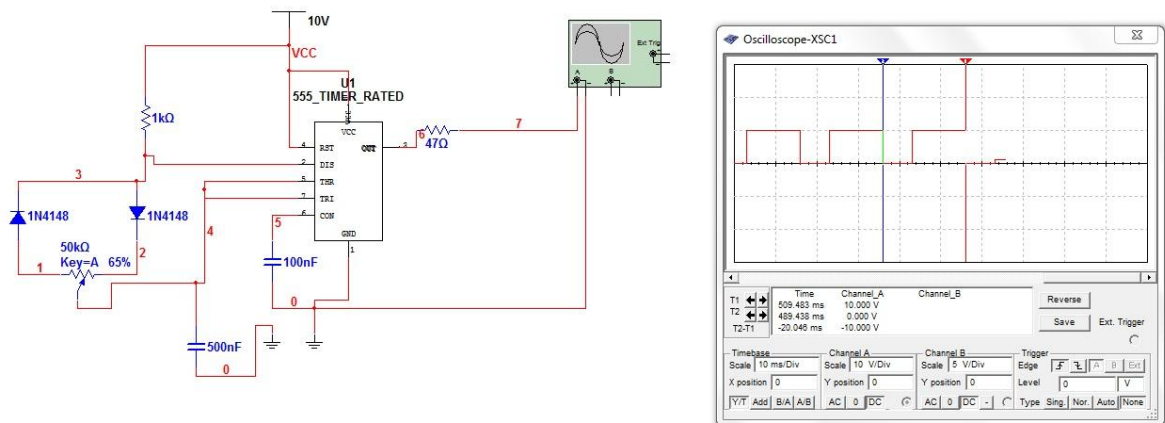


Figura 4 – Esquemático do sistema de acionamento para uma junta robótica - driver.



Figura 5 – Bancada de teste

Para controlar os movimentos das juntas robóticas, está sendo desenvolvido um sistema baseado em um microcontrolador DSPIC com capacidade de processamento adequado ao

projeto, contendo recursos embarcados como saídas PWM, comunicação serial, entradas e saídas de uso geral, dentre outros.

O objetivo desse sistema é permitir ao usuário a programação dos movimentos das juntas robóticas, constituídas dos servomotores e seus respectivos drivers, obedecendo à topologia de robô a ser montada pelos discentes, uma vez que o dispositivo eletromecânico (braço robótico) é modular e permite diferentes geometrias construtivas, bastante interessantes ao propósito de uso do kit robótico. Todas as juntas e elos são acoplados mecanicamente por sistema de encaixes e braçadeiras.

O sistema de controle DSPIC, também permite níveis de controle para robôs manipuladores indo desde controle de juntas, passando pelo nível de controle de trajetória, até chegar ao nível de controle em coordenação com o ambiente, através de sua interface de entradas e saídas digitais.

A programação do kit robótico será realizada em um computador pessoal e transferida ao sistema de controle através de comunicação serial. A princípio esta programação está sendo realizada através da linguagem de programação do DSPIC, com o uso do aplicativo MPLAB da Microchip® e linguagem de programação nativa do microcontrolador. Em um próximo estado da pesquisa, está previsto o desenvolvimento de um aplicativo em linguagem próxima à linguagem natural, visando à aplicação nos diversos níveis de ensino e faixa etária, através de aplicativo baseado em Computador Desktop.

A partir do entendimento do protótipo do kit de robótica educacional, parte-se para a descrição do método de ensino-aprendizagem dentro de uma perspectiva cognitivista construtivista baseada na percepção, acomodação, mediação, representação, solução de problemas, memória e atenção a partir de modelos teóricos propostos por Bruner, Piaget e Vygotsky (LEFRANÇOIS, Guy. 2008).

Esta pesquisa encontra-se em fase de desenvolvimento. Resultados teóricos do uso do kit ainda não foram obtidos. No entanto, algumas etapas já estão em curso.

1ª etapa: Realização de revisão bibliográfica para estabelecer o “estado da arte” em robótica educacional, teorias cognitivas, servoacionamentos, sistemas microcontrolados e programação.

2ª etapa: Simulação e teste dos drivers de acionamento dos servomotores para estabelecer parâmetros de controle de posição e velocidade para os atuadores das juntas robóticas.

3ª etapa: De posse dos resultados da simulação partiu-se para a montagem, teste e validação do driver de acionamento do servomotor utilizado nesta pesquisa.

4ª etapa: Modelagem e desenvolvimento de um sistema de controle para o robô baseado em um sistema eletrônico tendo como núcleo um microcontrolador DSPIC com saídas PWM incorporadas, o qual já se encontra em fase de testes. Os resultados preliminares encontrados apontam para um excelente desempenho.

5ª etapa: Teste e validação do sistema eletrônico de controle, através da montagem de um modelo para o protótipo do manipulador eletromecânico, cujas juntas robóticas são constituídas dos servomotores e seus respectivos drivers de acionamento. Nessa etapa serão realizados testes de latência, repetibilidade de movimentos através da determinação das características metrológicas dos movimentos do manipulador robótico.

6ª etapa: Elaboração e instrumentalização de práticas pedagógicas, visando à aplicação de teorias cognitivas. Para isso será desenvolvido material didático e instrucional para os seguimentos docente e discente.

7ª etapa: Aplicação das práticas pedagógicas em escolas públicas de ensino médio da microrregião de Leopoldina e Cataguases, Minas Gerais, para obter resultados e tabulá-los.

8ª etapa: Análise dos resultados obtidos nas etapas anteriores, publicação e disponibilização do projeto no sítio do Grupo de Educação Tutorial – Controle e Automação do CEFET-MG.

9ª etapa: Validação do protótipo e das práticas pedagógicas bem como apresentar uma discussão dos resultados obtidos e propor a continuidade da pesquisa na graduação, junto ao curso de Engenharia de Controle e Automação do CEFET-MG.

## 4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos até esse momento, apontam para um cenário positivo quanto a possibilidade de aplicação em massa deste kit robótico em escolas públicas, em regiões com algum tipo de atraso quanto ao desenvolvimento educacional, corroborando para mudar cenários postos como imutáveis na atual conjuntura educacional do país.

Os testes dos drivers de acionamento das juntas robóticas mostraram que é possível obter resultados próximos de kits consagrados no mercado, a um custo de aquisição bastante inferior. Mostraram boas características metrológicas como repetibilidade, erro de posição e erro de velocidade. Espera-se para breve a publicação destes resultados.

A placa controladora baseada em DSPIC apresenta característica importante quanto a possibilidade de gravação *in-circuit*. Essa característica permite o desenvolvimento de inúmeras aplicações (programações) e configurações para as montagens que se pretende. A modularidade é inerente.

Como próximos passos, encontra-se em desenvolvimento um aplicativo em DevC++ para programação em alto nível do kit robótico em Computador HelpDesk.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio logístico e suporte financeiro do MEC/SESu/PET, CAPES, FNDE, CEFET-MG e Fundação Cefetminas a realização deste projeto.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

\_\_\_\_\_. **SERVOMOTOR – MOTOR SAT.** Disponível em: <<http://www.superdigi.com.br/produto.php?codigo=6>> Acesso em: 22 jun. 2011.

ARANIBAR, D. B.; GURGEL, V.; SANTOS, M.; ARAUJO, G. R.; ARAUJO, V. C.; ROZA, R. A.; NASCIMENTO, A. F. S.; SILVA, A.; NASCIMENTO, L. M. G. Roboeduc: A software for teaching robotics to technological excluded children using lego prototypes. In **3rd IEEE Latin American Robotics Symposium**, Santiago, Chile, 2006.

BAJERSKI, I.; ABELLA, V. Dal B. PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL. **Braço robótico com controle remoto Bluetooth**, 2010. 64p, il. Monografia (Trabalho de conclusão de curso).

BARQUERO, R. Vygotsky e a Aprendizagem Escolar. 1. ed. Porto Alegre : Artmed, 1998. p. 168.

BOYLESTAD, R. L. **Dispositivos eletrônicos e teoria dos circuitos**, 6ª ed. 2010.

CASTILHO, M. I. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Robótica na educação: com que objetivos?**, 2002. 21p, il. Monografia (Pós-Graduação).

CORRÊA, A. D. A escola progressista. In: Oswaldo Alonso Rays (coord.). Leituras para repensar a prática educativa. Porto Alegre, SAGRA, 1990.

MACHADO, F. B.; MAIA, L. P. Um Framework Construtivista no Aprendizado de Sistemas Operacionais - Uma Proposta Pedagógica com o uso do Simulador SOsim. XII Workshop de Educação em Computação (WEI). **Anais: XXIV – Congresso da Sociedade Brasileira de Computação**. Salvador, BA, 2004.

MORETTO, V. P. **Construtivismo: a produção do conhecimento em aula**, 2ª Ed. 2000.

POÇAS, R. **SERVOMOTORES DE POSIÇÃO E ROTAÇÃO**. Disponível em: <<http://www.roboticasimples.com.br/componentes.php?acao=4>> Acesso em: 05 jun. 2011.

SAVIANI, D. Escola e democracia. São Paulo, Cortez/Editores Associados, 1983.

VYGOTSKY, L. S. Pensamento e Linguagem. Martins Fontes, 1993.



## DESIGN AND DEVELOPMENT OF A ROBOTIC KIT FOR USE IN EDUCATIONAL CONSTRUCTIVIST PRACTICES

**Abstract:** *This article aims to present the development of an educational robotics kit inexpensive to use in school activities in line with constructivist, with a view to implementation in public schools as a way to reduce the delay in learning. It was modeled, built and tested a circuit for driving robot joints based on low cost DC servomotor, the kind used in positioning systems, satellite dishes, with satisfactory results. Presented to the schematic of the system and proposes methodological approach that will be used in future steps of the research.*

**Key-words:** *Educational robotics, Microcontrollers, Servomotor, Constructivism*