

# PROGRAMAÇÃO DE ROBÔS MICROCONTROLADOS VIA USB UTILIZANDO SOFTWARE EDUCACIONAL

**Sandro César SILVEIRA JUCÁ (1); Renata Imaculada SOARES PEREIRA (2)**

(1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Av. Contorno Norte, 10 – Parque Central, 61925-315, Distrito Industrial – Maracanaú – Ce, (85) 38786329, e-mail: [sandrojuca@ifce.edu.br](mailto:sandrojuca@ifce.edu.br)

(2) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, e-mail: [renata\\_imaculada@yahoo.com.br](mailto:renata_imaculada@yahoo.com.br)

## RESUMO

Microcontrolador é um chip de baixo custo que contém internamente periféricos de um computador dedicado como microprocessador, memória de dados, memória de programa, como também interface USB nos modelos mais recentes, entre outros. No intuito de otimizar o processo de ensino e a difusão desse dispositivo, foi desenvolvido um software em português para a gravação do programa em linguagem C no microcontrolador através da interface USB de qualquer computador. Como este software é utilizado em uma relação de ensino-aprendizagem, este pode ser chamado de educacional. Este sistema foi utilizado pelos campeões das III (em 2007), IV (em 2008) e V (em 2009) Competições de Robótica do IFCE na Categoria Localização e também pelos campeões da Feira Brasileira de Ciências e Engenharia da (FEBRACE 2009) na Categoria Engenharia realizada na USP em São Paulo. O êxito conseguido com esta ferramenta se deve às possibilidades que o software oferece de verificar, em tempo real, a influência de alterações feitas no programa em robôs microcontrolados de baixo custo; bem como de estimular o desenvolvimento do raciocínio lógico e, conseqüentemente, da autonomia dos alunos, à medida que podem levantar hipóteses, fazer interferências na programação e tirar conclusões a partir dos resultados obtidos na prática.

**Palavras-chave:** software educacional, microcontroladores, robótica, interface USB.

## 1 INTRODUÇÃO

Com a introdução do computador como mediador didático, desenvolveram-se softwares específicos para serem utilizados em contextos de ensino-aprendizagem, o que não afasta o fato de que vários softwares desenvolvidos para outras finalidades, também são utilizados com este intuito. Com isto, tanto os softwares específicos para o ensino, quanto os vindos de outras áreas, e aplicados no ensino, passaram a ser denominados softwares educacionais, turvando um pouco a exata abrangência do termo. Neste momento histórico, as novas tecnologias mostram que, quando utilizadas adequadamente, auxiliam no processo da construção do conhecimento, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais estimulante e mais eficaz.

A união entre os meios de comunicação e os computadores está revolucionando a educação e, cada vez mais, as tecnologias estão permeando as ações pedagógicas que colocam os professores diante do desafio de rever os paradigmas sobre a educação, bem como de perder a insegurança a respeito do contato com o novo. Nesse sentido, a Internet surgiu como parte dessa união e, segundo Alava (2002), possibilita atividades pedagógicas inovadoras, como pesquisas em acervos bibliográficos on-line e acesso a grupos de discussão e pesquisa, o que gera novos conceitos e novos modos de aprendizagem. Atualmente, as atenções e questionamentos se voltam para o computador, porque é o mais novo instrumento de mediação a fazer parte do cenário educacional.

Por outro lado, verifica-se, também, no ensino médio e universitário, uma tendência de manter os métodos de ensino tradicional, sem o auxílio de ferramentas computacionais, com a alegação de perda de tempo e/ou a desvinculação do assunto abordado. As novas tecnologias não dispensam a figura do professor, ao contrário, exigem deste, que adicione ao seu perfil novas exigências bem mais complexas tais como: saber lidar com ritmos individuais dos seus alunos, apropriar-se de técnicas novas de elaboração de material didático produzido por meios eletrônicos, trabalhar em ambientes virtuais diferentes daqueles do ensino tradicional da universidade, adquirir uma nova linguagem e saber manejar criativamente a oferta tecnológica. Conseqüentemente, os professores universitários devem rever os valores e métodos do ensino tradicional e, passar a avaliar em que momentos do processo ensino-aprendizagem essas tecnologias podem ajudar, como

também, os benefícios que podem proporcionar na construção do conhecimento. Nesse sentido, Litwin (1997) destaca a importância de entendermos as novas tecnologias digitais como sendo um produto sócio-cultural, ferramentas físicas e simbólicas que servem de mediadores na interação do homem com o meio, no sentido de compreendê-lo e transformá-lo.

Consequentemente, deve-se rever não só os valores e métodos do modelo tradicional de ensino-aprendizagem, como também, avaliar como os softwares educacionais são utilizados, atualmente, no ensino. Outro ponto a ser observado diz respeito ao modo como essas ferramentas computacionais podem contribuir de forma eficaz no processo de ensino-aprendizagem e na construção do conhecimento. A robótica móvel é uma área multidisciplinar já implementada em várias escolas e instituições de ensino no Estado do Ceará, por promover a interdisciplinaridade e a aplicação prática de várias disciplinas como física, matemática, programação, entre outras; e por estimular raciocínio lógico, a autonomia na elaboração de projetos e o senso de trabalho em grupo. Neste contexto, esse trabalho propõe um software em português para a gravação de programas em robôs móveis microcontrolados de baixo custo através da interface USB de qualquer computador.

## **2 OS SOFTWARES EDUCACIONAIS**

O que confere a um software o caráter educacional é a sua aplicação no processo ensino-aprendizagem, neste sentido um software pode ser considerado educacional quando adequadamente utilizado em uma relação de ensino-aprendizagem. Contudo, Oliveira e colaboradores (2001) enquadram os softwares educacionais em educativos e aplicativos. O objetivo dos softwares educativos é favorecer os processos de ensino-aprendizagem; são desenvolvidos especialmente para construir o conhecimento relativo a um conteúdo didático. Entre as características principais de um software educativo está o seu caráter didático, que possibilita a construção do conhecimento em uma determinada área com ou sem a mediação de um professor.

Em virtude do aumento significativo do número de estudantes que procuram a educação profissional, há também um crescimento da necessidade do aumento da capacidade dos laboratórios e recursos didáticos, como também o aumento dos recursos físicos para satisfazer o aprendizado de todos os formandos.

Devido à incompatibilidade dos recursos físicos existentes em relação aos necessários, são utilizados, nas universidades e centros de formação profissional, ambientes didáticos de simulação de componentes físicos reais. Dessa forma, o aprendizado profissional é baseado, principalmente, na modelagem computacional de sistemas reais, que posteriormente serão vivenciados na vida profissional. Além disso, os softwares educativos são empregados também no desenvolvimento cognitivo dos formandos. Com esses indícios, a educação profissional está, cada vez mais, dependente dos softwares educativos.

Jucá (2006) defende que a qualidade de um software educativo está relacionada ao poder de interação entre aluno e programa mediado pelo professor e à facilidade de atualização dos conteúdos. Sancho (1998) também conceitua um software educativo como um programa que possui recursos que foram projetados com a intenção e finalidade de serem usados em contextos de ensino-aprendizagem, sendo projetado para tal. Estes programas se aplicam a diferentes finalidades que vão desde a aquisição de conceitos, passando pelo desenvolvimento de habilidades, até a resolução de problemas.

Nesta categoria entram aqueles que não são desenvolvidos com finalidades educativas, mas são utilizados para esse fim. São os programas de uso geral utilizados em contexto de ensino e desenvolvimento cognitivo, como por exemplo, Banco de Dados, Compiladores de Programas, Processadores de Texto, Planilhas Eletrônicas e Editores Gráficos. Tajra (2000) defende que os softwares educacionais aplicativos podem ser utilizados com finalidade tecnológica ou com finalidade educativa. Nos softwares aplicativos com finalidade tecnológica a importância é dada aos conceitos relacionados à aplicação prática, e utilizado principalmente em cursos de formação profissionalizante, que é o caso do software abordado nesse trabalho. Já os softwares aplicativos com finalidade educativa são os mesmos softwares da classificação anterior, porém são utilizados para demonstrações no contexto educacional, como por exemplo, a programação de planilhas eletrônicas para simulação de equações de um sistema real abordado no contexto educacional.

O conhecimento dos princípios básicos de ferramentas computacionais torna-se indispensável à formação da cidadania contemporânea. Por isso, é necessário que o ensino possa fornecer um conjunto de competências específicas que permitam perceber e interagir com a evolução tecnológica presente no cotidiano. Como os softwares geralmente apresentam uma resposta a partir de um determinado dado de entrada, seja ele certo ou

errado, Borges (1999) defende que os softwares educacionais podem estimular o desenvolvimento do raciocínio lógico e, conseqüentemente, da autonomia do indivíduo, a medida em que podem levantar hipóteses, fazer interferências e tirar conclusões a partir dos resultados apresentados.

O termo “aprendizagem” é usado freqüentemente na linguagem diária e, de um modo geral, é tido como sinônimo de “conhecimento”. Neste estudo, no entanto, é necessário diferenciar o processo do produto, ou seja, é através do processo de aprendizagem que adquirimos conhecimento, ou seja, o processo de aprendizagem ocorre internamente ao indivíduo. Paralelamente, o resultado deste processo (o conhecimento ou habilidade adquiridos) é externo e, por isso, pode ser mensurado. Contrária a teoria Behaviorista comportamental, que associa a resposta da aprendizagem a um estímulo anterior, a teoria cognitiva, descrita por de Piaget (1978), tem a concepção de aprendizagem como processo de modificação de estado interno, a qual é comprovada pelo fato de que um indivíduo mesmo tendo aprendido algo, não necessariamente o demonstre em seu desempenho, seja por falta de motivação ou por outro motivo.

Em linhas gerais, a teoria Piagetiana diz que a inteligência se desenvolve paulatinamente desde o nascimento passando pelos estágios sensório-motor, o préoperatório, o operatório até o patamar formal, por volta dos 12 anos. Neste último estágio, de natureza metacognitiva, o indivíduo é capaz de levantar hipóteses e imaginar situações, que são características fundamentais na operação de softwares educativos que utilizam simulação e processamento de dados de sistemas reais.

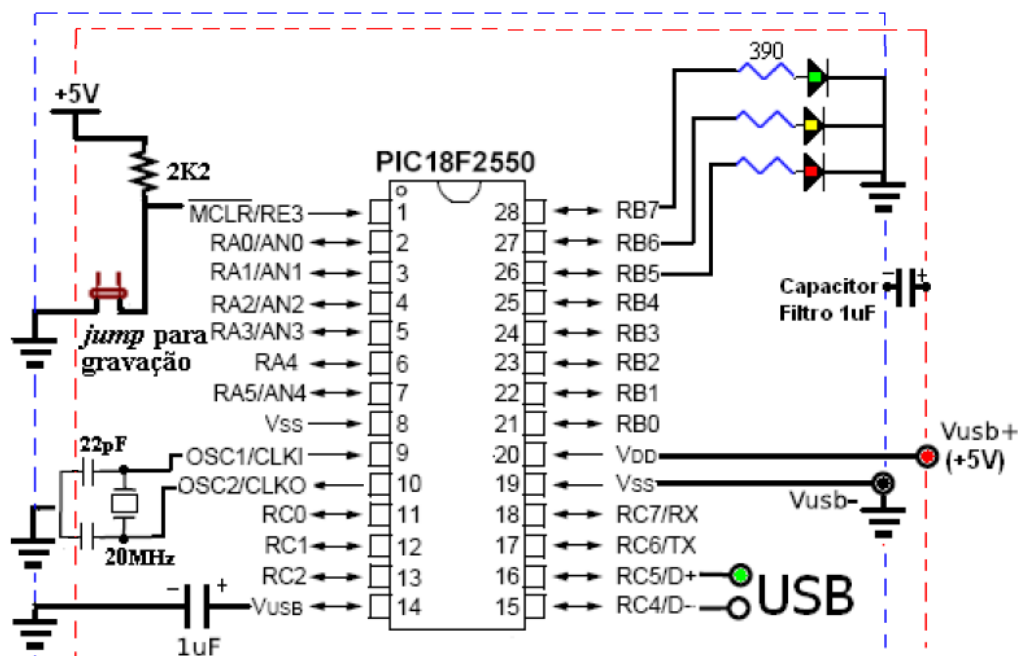
A inteligência é construída através das interações do sujeito com o meio que o cerca. Este sujeito busca compreender os fenômenos, os objetos, sendo esta uma característica intrínseca de nossa espécie. Porém o objeto oferece resistência, não sendo assimilado passivamente. O esforço do sujeito para entender este novo objeto é chamado de acomodação, ou seja, constitui um esforço interno visando aprender algo. O processo de acomodação modifica as estruturas mentais fazendo com que fiquem mais flexíveis e abertas.

Neste processo de flexibilização das estruturas mentais, o novo objeto é classificado e seriado e, assim, inserido na estrutura mental atual do sujeito, ou seja, o novo objeto é assimilado a esta estrutura mental, expandindo-a. Quando a assimilação ocorre, o indivíduo é capaz de organizar melhor a realidade, compreendendo as relações e propriedades do objeto assimilado em relação aos demais objetos, já seus conhecidos. Neste processo de busca, há esforço e prazer, pois a assimilação dá ao aprendiz uma sensação de realização, de bem-estar. O processo é cíclico, pois o entendimento de um objeto leva o sujeito a questionar-se sobre novas hipóteses ou buscas, possíveis agora devido à luz que o recente aprendizado lançou sobre os demais objetos de sua estrutura mental e de sua realidade. Quando um software educacional apresenta uma nova idéia, ou seja, um elemento desconhecido e externo, este deve propiciar ao usuário condições de praticar este novo elemento e compará-lo com situações reais já vivenciadas para que possa torná-lo um elemento conhecido e interno.

### **3 DESCRIÇÃO DA FERRAMENTA SANUSB**

Esse aplicativo foi concebido com o intuito de estimular a programação de microcontroladores, o que promove a reflexão e o desenvolvimento da autonomia dos alunos na elaboração de projetos. Um microcontrolador é um chip de baixo custo que contém internamente periféricos de um computador dedicado como microprocessador, memória de dados, memória de programa, pinos de entrada e saída, como também, interface USB para os modelos mais recentes, entre outros (Jucá, 2008).

O software aplicativo SanUSB faz parte de uma ferramenta composta pelo software e circuito básico de um microcontrolador PIC18F2550 (ver Figura 1).



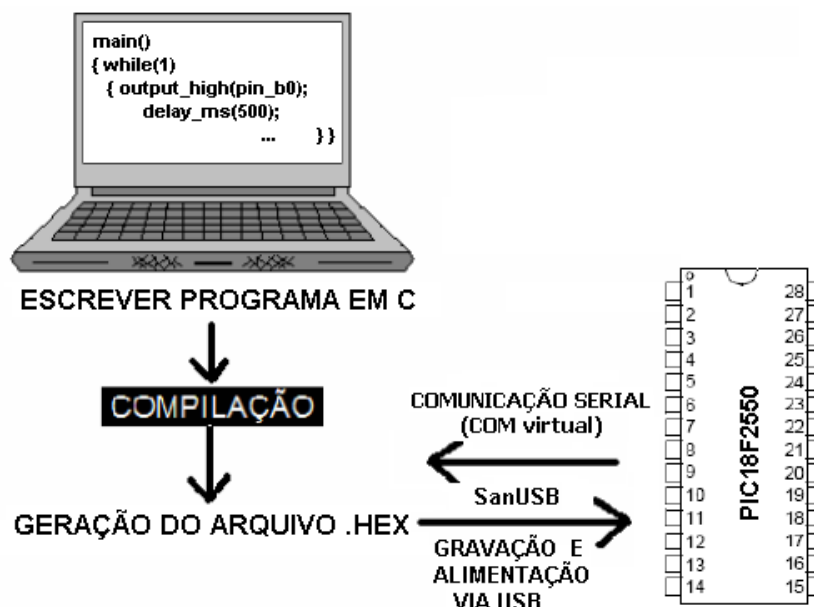
**Figura 1 - Circuito eletrônico básico de montagem da ferramenta SanUSB**

Essa ferramenta computacional, com pedido de patente protocolado pelo autor desse trabalho e deferido pelo INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) com o número 088503, é capaz de substituir:

- 1- Um equipamento específico para gravação de um programa no microcontrolador;
- 2- Conversor TTL - EIA/RS-232 para comunicação serial bidirecional, pois pode ser emulado via USB através do protocolo CDC;
- 3- Fonte de alimentação de tensão, já que a alimentação do PIC provém da porta USB do computador;
- 4- Conversor analógico-digital externo, tendo em vista que ele dispõe internamente de 10 conversores internos de 10 bits;
- 5- Softwares educativos de simulação, pois a simulação do programa e do hardware podem ser feitas de forma real e eficaz no próprio circuito de desenvolvimento ou com um circuito auxiliar.

Como pode ser visto, esse software possibilita que a gravação e a operação de um programa gravado em um microcontrolador, como também a comunicação serial através da emulação de uma porta COM virtual, possam ser feitos de forma rápida e eficaz a partir do momento em que o microcontrolador esteja conectado diretamente a um computador via USB (ver Figura 2). Além de todas essas vantagens descritas, os laptops e alguns computadores atuais não apresentam mais interface de comunicação paralela e nem serial EIA/RS-232, somente USB (Grupo SanUSB, 2010).

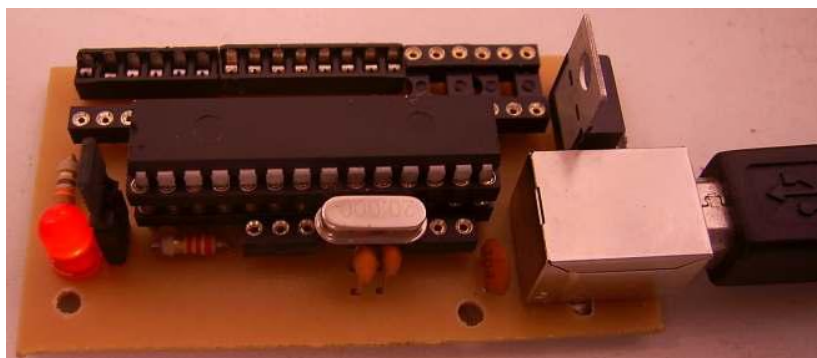
Durante o desenvolvimento do projeto, a fonte de alimentação do microcontrolador vem da própria porta USB do computador. Caso o sistema microcontrolado seja embarcado como, por exemplo, um robô, um sistema de aquisição de dados ou um controle de acesso, ele necessita de uma fonte de alimentação externa, que podem ser pilhas, carregadores de celular ou baterias comuns de 9V reguladas para 5V através de um regulador de tensão, pois esta é a tensão de alimentação limite do microcontrolador.



**Figura 2 - Ilustração da gravação do microcontrolador PIC18F2550 via USB através do software aplicativo SanUSB**

Para obter vários programas-fonte, vídeos e material de apoio desse sistema de gravação, comunicação e alimentação via USB, basta se cadastrar clicando no grupo de acesso livre [www.tinyurl.com/SanUSB/](http://www.tinyurl.com/SanUSB/) e selecionar o item Arquivos. A página do grupo SanUSB permite a interação de todos os alunos com perguntas abertas ao grupo através de e-mail e também disponibilidade para download de projetos realizados com o software SanUSB, o que contribui para o processo de ensino-aprendizagem de todos os participantes (GARCIA, 2005). Para executar a gravação do microcontrolador na ferramenta SanUSB, é importante seguir os seguintes passos:

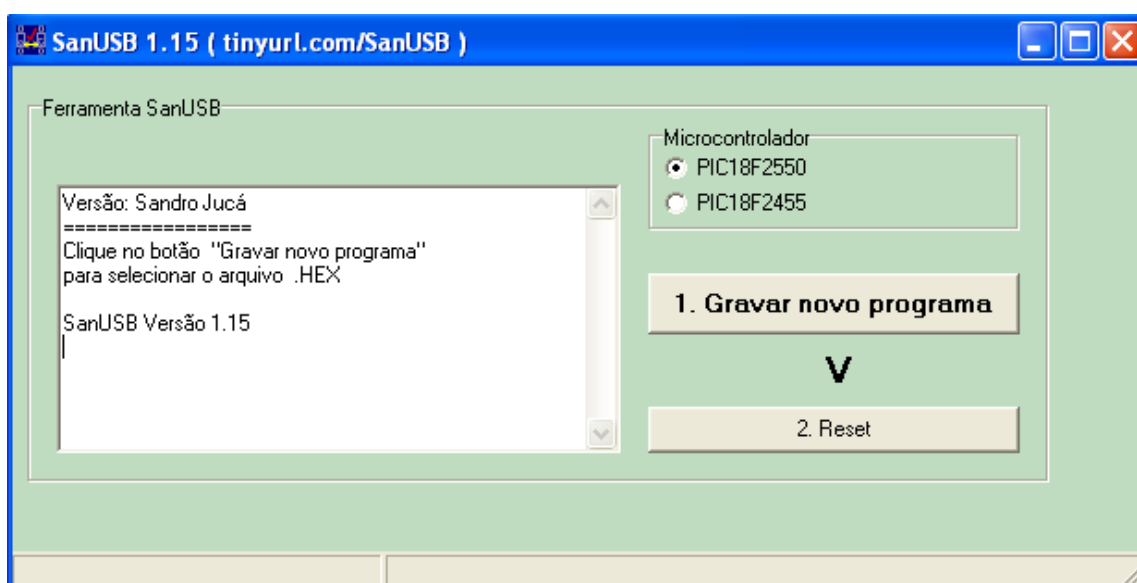
- 1- Copiar a pasta *SanUSB\_User* obtida nos arquivos do grupo [www.tinyurl.com/SanUSB/](http://www.tinyurl.com/SanUSB/) para um diretório raiz C ou D;
- 2- Para que o sistema operacional identifique o PIC18F2550 como um dispositivo para o *Bootloader* através da USB, é necessário instalar o *Driver sanusb\_device* da pasta *DriverWinSanUsBoot*. Clicar no botão direito sobre *Driver sanusb\_device* da pasta e depois em Instalar;
- 3- Conectar o *jump* de gravação do circuito para a transferência de programa pelo software SanUSB;
- 4- Conectar o cabo USB entre o PIC e o PC. Se for a primeira vez, o sistema operacional irá perguntar onde está o *Driver* de instalação, então escolher a opção Instalar de uma lista ou local específico (avançado). Após Avançar, selecionar a opção Incluir este local na pesquisa e selecione a pasta *DriverWinSanUsBoot*, onde está o *driver sanusb\_device*. Durante a instalação, o sistema operacional abrirá uma janela sobre a instalação, selecionar a opção continuar assim mesmo e o *Driver* será instalado;
- 5- Abrir o aplicativo SanUSB. Se o microcontrolador estiver conectado corretamente, o led vermelho da placa do circuito microcontrolado da ferramenta SanUSB conectado no pino B7 acende (ver Figura 3) e aparecerá a interface do software aplicativo SanUSB (ver Figura 4).



**Figura 3 - Placa do circuito microcontrolado da ferramenta SanUSB**

6- Clicar em Gravar novo programa e escolher o programa compilado *.hex* que contém as instruções em que o microcontrolador deve seguir, como por exemplo, o programa *USB\_piscaBoot.hex* da pasta *Exemplos\_SanUsb* (esse programa pisca três leds conectados nos pinos B0, B6 e B7);

7- Após a gravação do programa, retirar o *jump* do pino de gravação e clicar em Reset. Pronto o programa estará em operação. Para programar novamente, basta colocar o *jump* de gravação, retirar o *jump* de alimentação, colocá-lo novamente e repetir os passos anteriores a partir do passo 5. Se a nova programação não funcionar, deve-se retirar o conector USB do computador e repetir os passos anteriores a partir do passo 3.



**Figura 4 - Interface do software aplicativo SanUSB para gravação da memória de programa do microcontrolador**

#### **4 APLICAÇÃO DO SOFTWARE SANUSB NA PROGRAMAÇÃO DE ROBÔS MICROCONTROLADOS DE BAIXO CUSTO**

Para a construção de um novo conhecimento o sujeito precisa vivenciar situações em que possa relacionar, comparar, diferenciar e integrar os conhecimentos. Assim, ele estará construindo conhecimentos de longa duração, pois os incorporou em situações práticas e em experiências vivenciadas. A sequência metodológica de práticas abordadas para construção dos robôs móveis, utilizando o software SanUSB, foi abordada de acordo com o seguinte conteúdo teórico e prático:

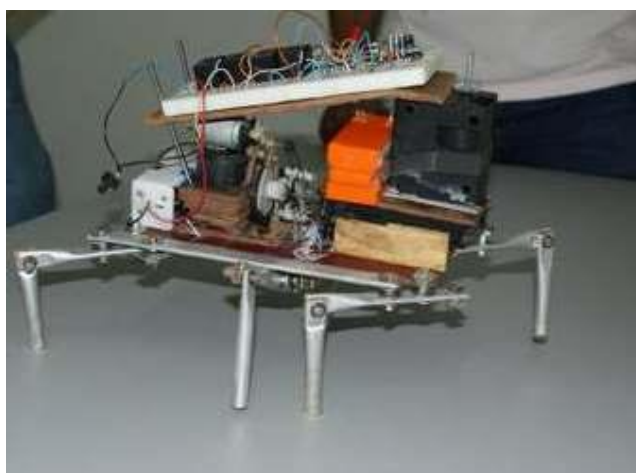
- 1- Comparação e conceitos de sistemas robóticos, de automação e domótica;
- 2- Atuadores aplicados em robótica;

- 3- Principais motores utilizados em robótica móvel (servo-motor, motor CC em ponte H com micro-relés e motor de passo);
- 4- Sistema microcontrolado de programação e controle de robôs móveis;
- 5- Principais sensores utilizados em robótica;
- 6- Construção de robôs móveis;
- 7- Implementação de comportamentos com introdução aos princípios de desvio de obstáculos ou de labirinto.

Após três meses da primeira interação com o software aplicativo SanUSB, alunos do curso técnico em automação industrial do IFCE do Campus Maracanaú desenvolveram robôs de baixo custo com microcontroladores embarcados e alcançaram os primeiros lugares na III (em 2007), na IV e na V Competição de Robótica do IFCE em 2009, realizada dia 17 de dezembro de 2009 e contou com participantes de várias instituições do Estado do Ceará. Mais detalhes podem ser vistos clicando no endereço eletrônico do telejornal Bom Dia Ceará: <http://tvverdesmares.com.br/bomdiaceara/estudantes-competem-com-robos/>.

A categoria Localização consiste em atingir um ponto alvo em menor tempo após o desvio de obstáculos numa pista de cinco metros de comprimento por cinco metros de largura. É importante salientar que foi a primeira vez em que alunos de curso técnico participaram dessa categoria, que é recomendada somente para cursos superiores, devido principalmente ao maior grau de complexidade na elaboração dos projetos.

O software educacional SanUSB também foi utilizado pelos campeões da Categoria Engenharia da 7ª Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (FEBRACE 09), no desenvolvimento e programação de seu robô de baixo custo (ver Figura 5).



**Figura 5 - Foto do robô inseto de baixo custo programado através do software SanUSB e utilizado na FEBRACE 09**

O título do projeto desenvolvido para a 7ª Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (FEBRACE 09), realizada entre 17 a 21 de Março de 2009 na USP, foi “Construção de um Robô Inseto Baseado na Utilização de Materiais Reciclados como uma Alternativa para o Desenvolvimento da Robótica nas Escolas Públicas”. O controle dos motores CC deste robô inseto foi desenvolvido utilizando ponte H com micro-relés. Toda a estrutura do robô, bem com a caixa de redução de velocidade acopladas aos motores, foram construídas com materiais reciclados.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O êxito dessa ferramenta computacional, utilizada pelos primeiros lugares nas Competições de Robótica do IFCE e também pelos primeiros lugares da Categoria Engenharia da 7ª Feira Brasileira de Ciências e

Engenharia (FEBRACE 09), fornece indicativos de eficiência didática do software educacional e tende a estimular os demais alunos do IFCE e de outras instituições a utilizar o software SanUSB, o que contribui para o desenvolvimento dessa ferramenta. Esse software favorece a manipulação de situações reais em que os alunos podem tirar conclusões abstratas através da reflexão sobre os resultados obtidos, o que contribui para a “internalização” dos conhecimentos e desenvolvimento do raciocínio lógico. A utilização dos computadores como recurso didático é um caminho irreversível, tendo em vista a crescente versatilidade dos softwares educacionais, como também, a capacidade de modelar e simular sistemas reais. A eficiência desses recursos na educação profissional depende dos critérios didáticos e qualitativos adotados pelos professores como a capacidade de simulação e a capacidade de desenvolver a autonomia dos alunos. A principal função dessas ferramentas computacionais didáticas não é de substituir a figura do professor, mas sim, auxiliá-lo na mediação do processo de ensino-aprendizagem, tanto em disciplinas específicas, como também, estimular os alunos a interagir com os recursos provenientes do avanço tecnológico e do mundo globalizado.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores deste trabalho agradecem ao LAESE (Laboratório de Estudos em Sistemas Embarcados) do IFCE e ao LEA (Laboratório de Energias Alternativas) do Departamento de Engenharia Elétrica da UFC pela disponibilidade dos equipamentos.

## **REFERÊNCIAS**

ALAVA, S. **Ciberspaço e formações abertas: Rumo a novas práticas educacionais?** Porto Alegre: Editora ArtMed, 2002.

BORGES, H. **Uma classificação sobre a utilização do computador pela escola.** Fortaleza, Revista Educação em Debate, 27: 135 a 138, 1999.

GARCIA, P. A. **Laboratórios Digitais - Uma nova abordagem Pedagógica.** IEEE Latin America Trans., 03, n.3, p. 296-302, 2005.

GRUPO SANUSB. **Arquivos do Grupo SanUSB.** Disponível em: <<http://br.groups.yahoo.com/group/GrupoSanUSB/>> Acesso em: 05 jan 2009.

JUCÁ, S.C.S. **A relevância dos softwares educativos na educação profissional.** Cien. & Cogn., 08: 22 a 28, 2006. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org>> Acesso em: 29 dez 2008.

JUCÁ, S.C.S., CAVALCANTE, T.M., CARVALHO, P.C.M. **Simlogger: sistema de aquisição de dados microcontrolado de baixo custo.** CBA (Congresso Brasileiro de Automática), Juiz de Fora – MG, 2008.

LITWIN, E. **Tecnologia Educacional: Política, histórias e propostas.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 191p.

OLIVEIRA, C.C., MENEZES, E. I., MOREIRA, M. **Ambientes Informativos de Aprendizagem: produção e avaliação de software educativo.** Campinas: Editora Papirus, 2001.

PIAGET, J. **Problemas de Psicologia Genética.** São Paulo: Editora Abril Cultural, 1978.

SANCHO, J.M. **Para uma Tecnologia educacional.** Porto Alegre: Editora ArtMed, 1998.

TAJRA, S. F. **Informática na Educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor da atualidade.** 2. ed. São Paulo: Editora Érica, 2000.