
Artigo Científico

SanUSB: software educacional para o ensino da tecnologia de microcontroladores

SanUSB: educational software development for the microcontrollers technology education

Sandro César Silveira Jucá^{1, a}, Paulo Cesar Marques de Carvalho^b e Fábio Timbó Brito^a

^aCentro Federal de Educação Tecnológica do Ceará (CEFET-CE), UNED Maracanaú, Ceará, Brasil; ^bDepartamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil

Resumo

Um *software* aplicativo pode ser considerado educacional quando adequadamente utilizado em uma relação de ensino-aprendizagem. Por outro lado, 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 nos modelos mais recentes, entre outros. No intuito de otimizar o processo de ensino e a difusão de microcontroladores desse dispositivo, foi desenvolvido em caráter científico-experimental um software em português para a gravação do programa desenvolvido no microcontrolador através da interface USB de qualquer computador. O SanUSB é caracterizado como um software educacional aplicativo com finalidade tecnológica que enfatiza conceitos relacionados à aplicação prática, o que contribui para a assimilação do conteúdo abordado. Esse software educacional foi utilizado por alunos durante a IV Competição de Robótica do IFCE (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará) e também na Categoria Engenharia da Feira Brasileira de Ciências e Engenharia da (FEBRACE 09) realizada na USP em São Paulo. Os alunos, sem a necessidade de consulta aos professores, obtiveram os primeiros lugares em ambas as competições. Esse fato apresentou indicativos satisfatórios quanto à eficiência didática de interação do software. Além disso, as colocações alcançadas também forneceram indicativos satisfatórios quanto à contribuição tecnológica do software no desempenho geral dos alunos. © Cien. Cogn. 2009; Vol. 14 (3): 134-144.

Palavras-Chave: software; aplicativo educacional; microcontroladores; interface USB.

Abstract

Applicatory software can be considered educational when adequately used in a teach-learning relation. On the other hand, a microcontroller is a low cost chip that contains internally peripheral of a dedicated computer as microprocessor, data memory, program memory, input and output pins, as well as USB interface in the most recent models, among others. In intention to optimize the education process and the diffusion of this device, was developed a software in Portuguese for the microcontroller programming through interface USB of any computer. The SanUSB is characterized as applicatory educational software with technological purpose that

emphasizes related concepts to the practical application, what contributes for the boarded content assimilation. This educational software was used by pupils during the IV Robotics Competition of the IFCE (Federal Institute of Education, Science and Technology of the Ceará) and also in the Engineering Category of the Brazilian Fair of Sciences and Engineering (FEBRACE 09) carried in the USP in São Paulo. The pupils, without the necessity of teacher's consultation, had gotten the first places in both competitions. This fact presented satisfactory indicative to the software interaction didactic efficiency. Moreover, the reached ranks had supplied satisfactory indicative to the technological software contribution in the pupils general performance. © Cien. Cogn. 2009; Vol. 14 (3): 134-144.

Keywords: *educational applicatory; software; microcontrollers; USB interface.*

1. Introdução

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. Os elementos que mais contribuíram para que o computador se tornasse um dos mais versáteis mediadores tecnológicos no campo da Educação foram os programas e os protocolos de comunicação, que recebem o nome de software.

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 no processo de ensino-aprendizagem. Com isto, tanto os softwares específicos para o ensino, quanto os vindo 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. 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.

Segundo Freire (1975), a educação visa não apenas inserir o homem no mundo, mas com o mundo, de uma forma crítica e autônoma. Então, atualmente, esse homem deve ser capaz de participar desse mundo que, cada vez mais, se compõe de ambientes informatizados.

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.

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 relacionado 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 frequentemente 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 à 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 pré-operatório, 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 do software aplicativo SanUSB

Esse software aplicativo, específico ao universo técnico da programação de microcontroladores, foi concebido com o intuito de estimular a arte de programar 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. O software aplicativo SanUSB faz parte de uma ferramenta composta pelo software e circuito básico de um microcontrolador PIC18F2550, mostrado na figura 2. Essa ferramenta, 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.

Além de todas essas vantagens, os *laptops* e alguns computadores atuais não apresentam mais interface de comunicação paralela e nem serial EIA/RS-232, somente USB (Grupo SanUSB, 2009).

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 o microcontrolador esteja conectado diretamente a um computador via USB, como ilustra a figura 1.

3.1. Gravação com o software aplicativo SanUSB

A transferência de programas para os microcontroladores é normalmente efetuada através de um hardware de gravação específico. Através dessa ferramenta, é possível efetuar a descarga de programas desenvolvidos pelos alunos diretamente de qualquer porta USB de um computador. A representação básica do circuito SanUSB é mostrada na figura 2.

A fonte de alimentação do microcontrolador PIC vem da própria porta USB do computador. Na figura 3 é mostrada uma foto do circuito de desenvolvimento SanUSB em um *proto-board* com o conector USB. Para obter vários programas-fonte, vídeos e material de apoio desse sistema de gravação, comunicação e alimentação via USB, basta se cadastrar no grupo de acesso livre <http://br.groups.yahoo.com/group/GrupoSanUSB/> e clicar no item Arquivos.

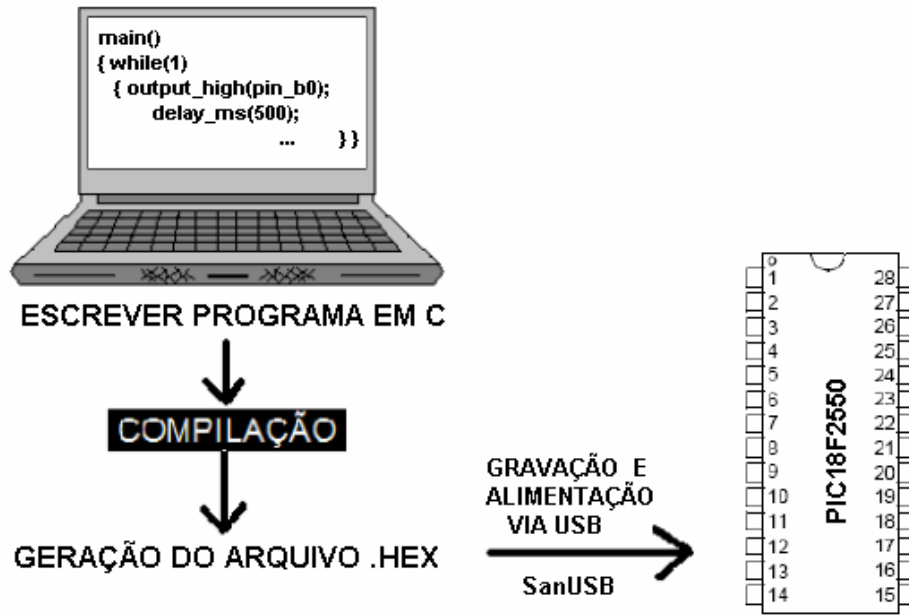


Figura 1 – Ilustração da gravação do microcontrolador PIC18F2550 via USB através do software aplicativo SanUSB.

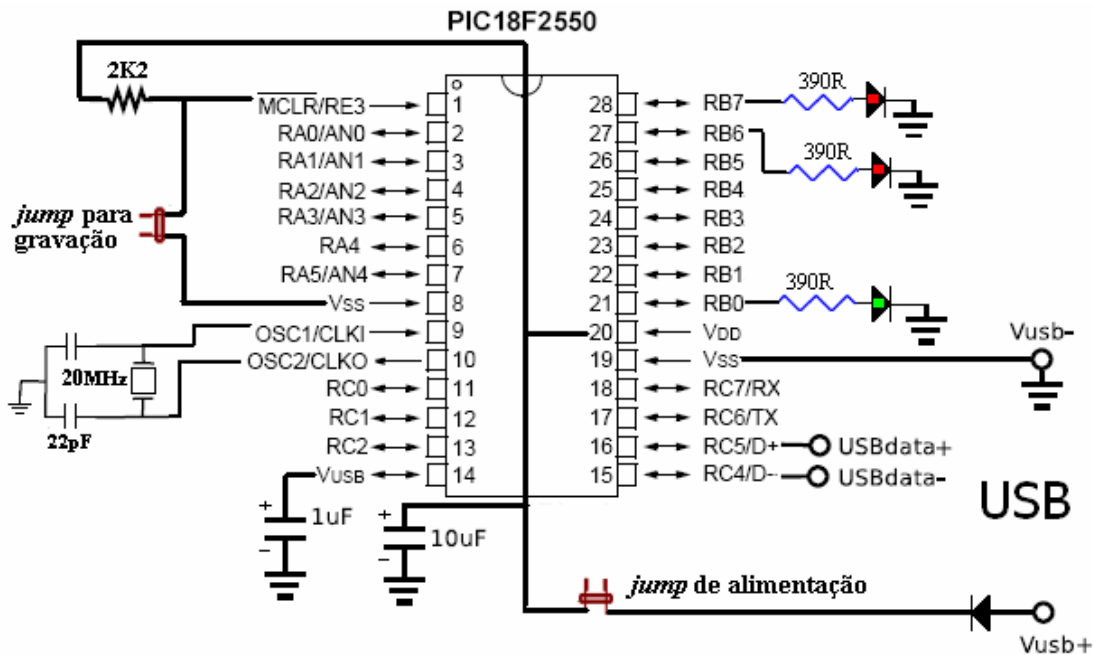


Figura 2 – Circuito básico para gravação, alimentação e comunicação de um microcontrolador via USB utilizando o software aplicativo SanUSB.

Segundo Giraffa (2009), o ciberespaço, criado pela grande rede Internet e seus serviços (Web, correio eletrônico, FTP,...), é fruto de um objeto comum, dinâmico, construído, ou pelo menos alimentado, por todos os que o utilizam. O grupo SanUSB, criado pelos usuários do software, também utiliza essa ferramenta e 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 processo de ensino-aprendizagem de todos os participantes (Garcia,2005).

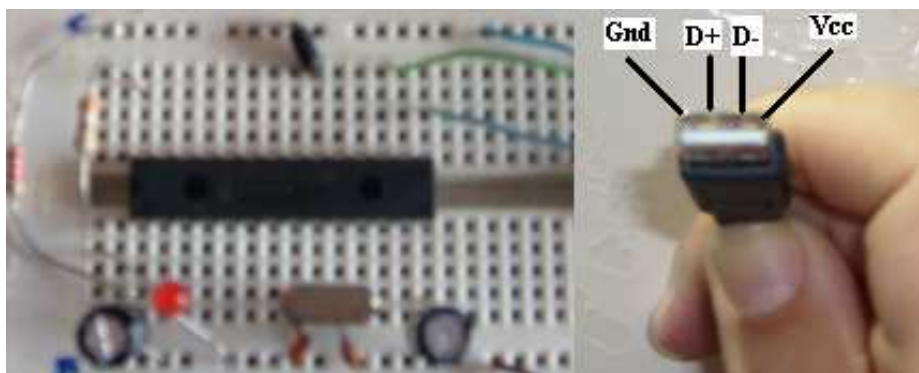


Figura 3 – Foto do Circuito básico de gravação, alimentação e comunicação de um microcontrolador e do conector USB utilizado pelo software aplicativo SanUSB.

Como pode ser visto, o cabo USB tem quatro fios. Normalmente, o fio Vcc do cabo USB é vermelho, o Gnd é marron, o D+ é azul ou verde e o D- é amarelo ou branco. A figura do conector USB mostra as posições onde cada fio é conectado, que podem ser verificadas testando a continuidade de cada fio com um multímetro.

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 pode ser uma bateria comum de 9V ou um carregador de celular.

Para executar a gravação *do* nesta ferramenta SanUSB, é importante seguir os seguintes passos:

- 1) Copiar a pasta SanUSB_User obtida nos arquivos do grupo <http://br.groups.yahoo.com/group/GrupoSanUSB/> 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 estiver conectado corretamente, o *led* conectado no pino B7 ascende (é apagado após o *reset*) e aparecerá a seguinte tela mostrada na figura 4.
- 6) Clicar em *1. Gravar novo programa* e escolher o programa compilado *.hex* que contém as instruções em que o microcontrolador deve seguir, como por exemplo, o programa *30829USB_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 2. Reset. Pronto o programa estará em operação.

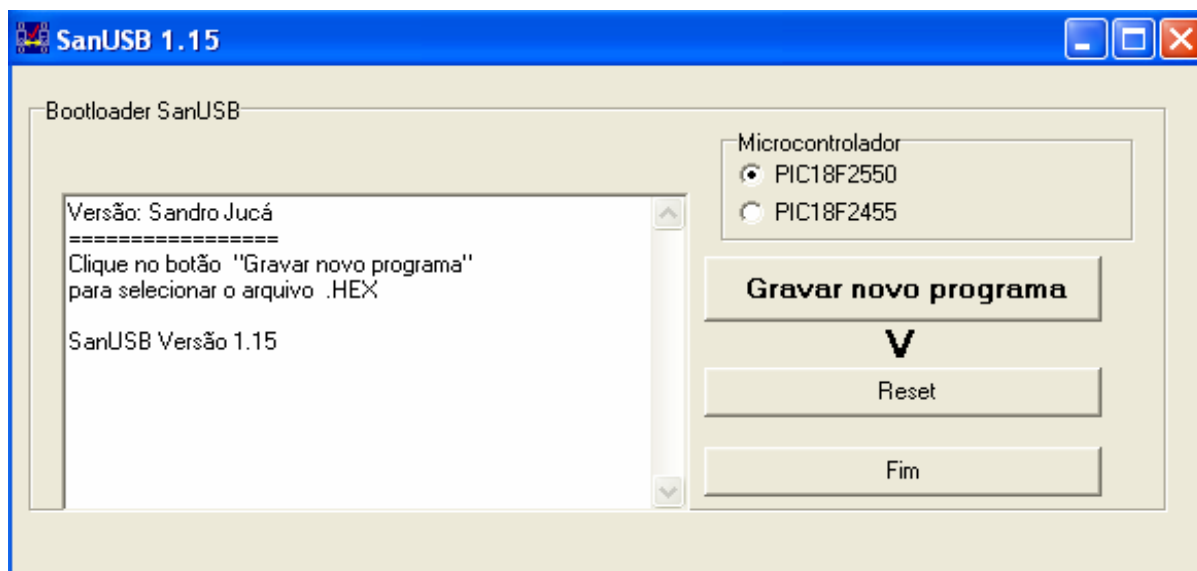


Figura 4- Tela do *software* aplicativo SanUSB para gravação da memória de programa do microcontrolador.

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.

3.2. Implementação e avaliação do software aplicativo SanUSB

Segundo Piaget (1978), 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 incorporou-os em situações práticas e experiências vivenciadas [8]. Desta forma, este novo elemento será conectado aos demais elementos da rede mental, tornando-se um novo nó desta rede.

De acordo com Giraffa (2009), projetar e implementar um bom programa para fins educacionais não é uma tarefa fácil. Isto requer um trabalho em equipe interdisciplinar com competências diversificadas, tanto no aspecto tecnológico quanto no pedagógico. A equipe do projeto deve contemplar pessoas com habilidades complementares e uma visão histórico-contextualizada do que significa desenvolver uma aplicação educacional. Para a avaliação do software SanUSB, foi adotado pelos autores, a aplicação em competições estudantis, onde fosse necessário a programação de microcontroladores, no intuito de avaliar a contribuição tecnológica no desempenho dos alunos e a eficiência didática do software através da capacidade de interação autônoma dos alunos.

Após três meses da primeira interação com o software aplicativo SanUSB, alunos do curso técnico em automação industrial desenvolveram robôs com microcontroladores embarcados e alcançaram o primeiro, o segundo e o quinto lugares na categoria Localização da IV Competição de Robótica do IFCE (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará), com os robôs Pau-de-Arara, Autoboard e Protocar, respectivamente. A IV

Competição de Robótica do IFCE foi realizada dia 11 de dezembro de 2008 e contou com participantes de várias instituições do Estado do Ceará.

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. As figuras 5, 6 e 7 mostram a foto do robô Pau-de-Arara, do robô Autoboard e a matéria do Informativo Maracanã sobre o do êxito dos alunos do curso técnico em Automação Industrial, respectivamente.

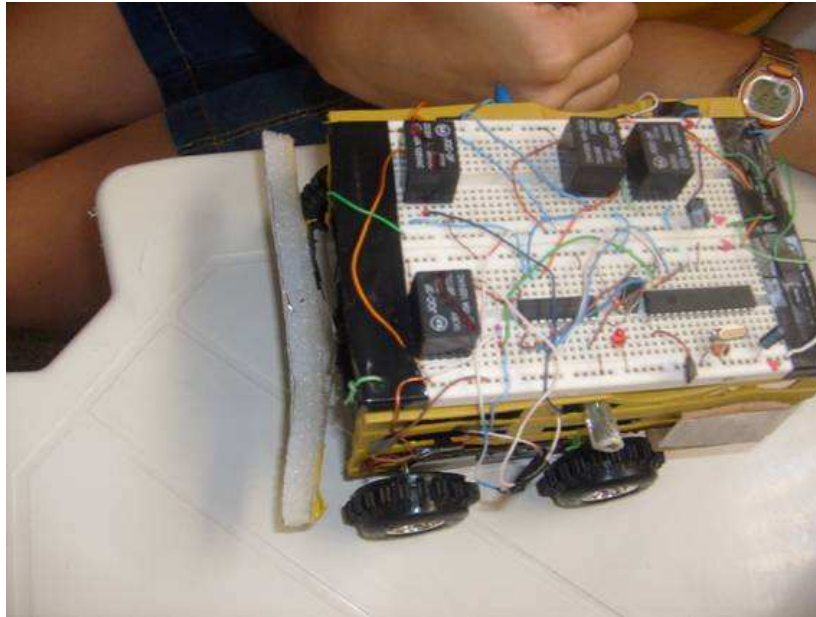


Figura 5 – Foto do robô Pau-de-Arara primeiro lugar na categoria Localização da IV Competição de Robótica do IFCE.

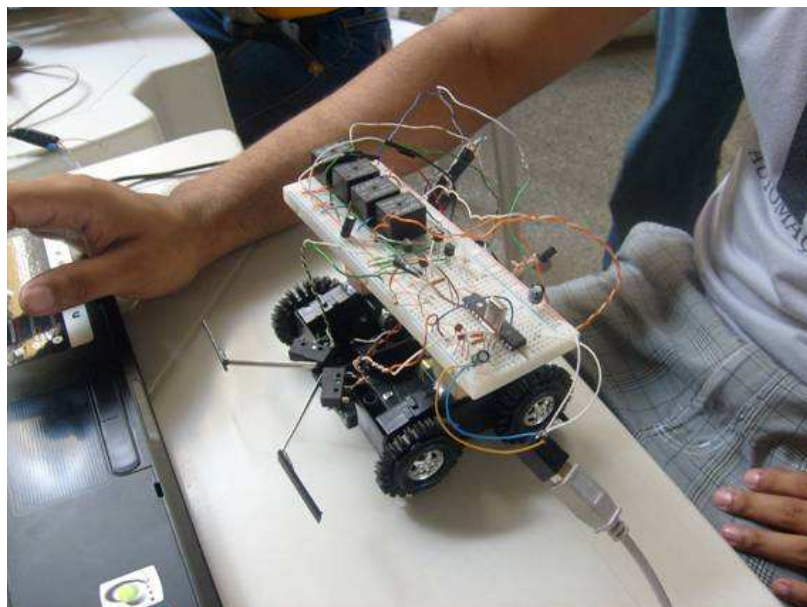


Figura 6 – Foto do robô Autoboard segundo lugar na categoria Localização da IV Competição de Robótica do IFCE.



Figura 7 – Matéria do Informativo Maracanã do IFCE Campus Maracanaú sobre o do êxito dos alunos do curso técnico em Automação Industrial na IV Competição de Robótica.

Em um segundo momento, o software aplicativo SanUSB também foi utilizado também por alunos do curso técnico em automação industrial, os quais também alcançaram o primeiro lugar da Categoria Engenharia da 7ª Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (FEBRACE 09) realizada entre 17 a 21 de Março de 2009 na USP, em São Paulo, com o projeto “Construção de um Robô Inseto Baseado na Utilização de Materiais Reciclados como uma Alternativa para o Desenvolvimento da Robótica nas Escolas Públicas”. Os alunos utilizaram o software educacional aplicativo para gravação de microcontroladores durante as competições sem a necessidade de consulta aos professores. Esse fato apresentou um indicativo satisfatório da eficiência didática de interação do software. Além disso, as colocações alcançadas nas competições também forneceram indicativos satisfatórios quanto à contribuição tecnológica do software no desempenho geral dos alunos.

4. Considerações finais

O êxito dos alunos, utilizando essa ferramenta computacional sem consulta aos professores, utilizada pelos primeiros e segundos lugares na IV Competição de Robótica do IFCE e também pelos primeiros lugares da Categoria Engenharia da 7ª Feira Brasileira de Ciências e Engenharia (FEBRACE 09), forneceu indicativos satisfatórios de eficiência didática e tecnológica do software educacional e tende a estimular os demais alunos do IFCE a utilizar o software aplicativo 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 dessa ferramenta computacional não é de substituir a figura do professor, mas sim, auxiliá-lo na mediação do processo de ensino-aprendizagem, tanto em disciplinas específicas na área de sistemas embarcados, como também, estimular os alunos a interagir com microcontroladores através das vantagens da interface USB.


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.

5. Referências bibliográficas

- Alava, S. (2002) *Ciberespaço e formações abertas: Rumo a novas práticas educacionais?* Porto Alegre: Editora ArtMed.
- Borges, H. (1999). Uma classificação sobre a utilização do computador pela escola. Fortaleza, *Revista Educação em Debate*, 1 (27), 135-138.
- Freire, P. (1975) *Extensão ou Comunicação?* Rio de Janeiro: 2ª ed. Editora Paz e Terra.
- Garcia, P. A. (2005). Laboratórios Digitais - Uma nova abordagem Pedagógica, *IEEE Latin America Trans.*, 03, 3, 296-302.
- Giraffa, L. M. (2009). Uma odisséia no ciberespaço: O software educacional dos tutoriais aos mundos virtuais. *Rev. Brás. Informática Educação*, 17: 20 a 30. Retirado em 29/06/09, no *World Wide Web*: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie>.
- Litwin, E. (1997). *Tecnologia Educacional: Política, histórias e propostas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 191pp.
- Jucá, S.C.S. (2006). A relevância dos softwares educativos na educação profissional. *Cien. Cogn.*, 08, 22-28. Retirado em 29/12/08, no *World Wide Web*: <http://www.cienciasecognicao.org>.
- Grupo SanUSB (2009). Arquivos do Grupo SanUSB. Retirado em 05/01/09, no *World Wide Web*: <http://br.groups.yahoo.com/group/GrupoSanUSB/>.
- Oliveira, C.C., MENEZES, E. I., Moreira, M. (2001) *Ambientes Informativos de Aprendizagem: produção e avaliação de software educativo*. Campinas: Editora Papyrus.
- Piaget, J. (1978). *Problemas de Psicologia Genética*. São Paulo: Editora Abril Cultural.
- Sancho, J.M. (1998). *Para uma Tecnologia educacional*. Porto Alegre: Editora ArtMed.
- Tajra, S. F (2000). *Informática na Educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor da atualidade*. 2ª ed. São Paulo: Editora Érica.

 - **S. Jucá** é Licenciado em Física, Especialista em Automação Industrial (UECE) e Graduado em Tecnologia Mecatrônica (CEFET-CE), Mestre e Doutorando em Engenharia Elétrica (UFC). Atua como Professor (CEFET-CE) na Área da Indústria. Endereço para correspondência: Rua Carvalho Mota, 150. . Bairro: Parque Araxá. Fortaleza, CE 60.450-630, Brasil. E-mail para correspondência: sandrojuca@cefetce.br.