
Controle de Kit de Robótica através de Laboratório Remoto pela Internet: uma Aplicação para a Formação Docente e para a Educação Básica

Marcia Kniphoff da Cruz¹, Werner Haetinger¹, Fabiano Horn², Douglas Vinícius de Carvalho¹, Gustavo Hermínio Araújo¹

¹Departamento de Informática – Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC)
Av. Independência, 2293 Bairro Universitário – 96.815-900 – Santa Cruz do Sul – RS – Brasil

²Imply Tecnologia Eletrônica – Rua 28 de setembro, 1713 – 96.810-234 – Santa Cruz do Sul – RS – Brasil

{mcruz,werner}@unisc.br, fhorn@imply.com.br, douglascar@gmail.com, inf.araujo@gmail.com

Abstract. *This paper describes an communication and remote control environment for the ROBOKIT through the Internet, describing its structural components and operation. The project aims at providing an opportunity for programming to basic education by controlling ROBOKIT laboratory remote control LEDs and motors, even physically at distance, so that users have an innovative and stimulating programming experience. Data were collected through the application of tests previously organized and presented significant results for teacher forming.*

Resumo. *Este artigo apresenta um ambiente para comunicação e controle remoto pela Internet, do kit de robótica educativa ROBOKIT, descrevendo seus componentes estruturais e seu funcionamento. O projeto objetiva oportunizar a programação à Educação Básica através do controle do ROBOKIT em laboratório remoto, controlando LEDs e motores, mesmo estando fisicamente a distância, fazendo com que os usuários tenham uma experiência inovadora e incentivo à programação. Os dados foram coletados através da aplicação de testes previamente organizados e apresentaram resultados expressivos para a formação docente.*

1. Introdução

Existe consenso público, acadêmico e governamental sobre a potencialização do aprendizado proporcionado pela interação com recursos tecnológicos, porém existe um paradoxo que reside sobre a séria carência na formação de professores para atuar com tecnologia educacional nas escolas. Observa-se uma ampliação cada vez maior no acesso à tecnologia nas escolas, pois a oferta de componentes eletrônicos de baixo custo [Haetinger 2004], permite mobilização em tal sentido. Porém, este movimento apenas por si, não é capaz de gerar mudanças significativas. A Educação Básica brasileira necessita de ferramentas específicas para o trabalho de habilidades que formem competências na fase adulta voltadas ao emprego das tecnologias. Os alunos da

Educação Básica de hoje são futuros adultos que irão canalizar os conhecimentos adquiridos e aplicar os recursos tecnológicos à sua atuação profissional, se bem orientados pelos professores.

No sentido de contribuir para o desenvolvimento de novas aplicações tecnológicas para a educação e incentivar o fomento à programação, este artigo apresenta um ambiente para comunicação e controle remoto pela Internet do kit de robótica ROBOKIT, descrevendo seus componentes estruturais e seu funcionamento. O projeto ROBOKIT foi iniciado no ano de 2005, que através de uma pesquisa universitária, estabeleceu parceria com empresa para produção e comercialização do kit físico, iniciada no ano de 2007 [Cruz 2008a].

Esta nova aplicação expande o potencial do ROBOKIT, permitindo que ele possa ser acessado e controlado pela Internet, caracterizando um laboratório remoto específico para a Educação Básica. A importância do projeto reside sobre a possibilidade de incentivar a programação na Educação Básica, especialmente no tocante a apresentar a Internet como meio para trabalho e estudo, oferecendo um kit adequado para crianças e adolescentes iniciarem estudos sobre programação. Para possibilitar o controle pela Internet foi desenvolvido o software em parceria entre o curso Licenciatura em Computação UNISC e a empresa Impley Tecnologia Eletrônica [Carvalho 2008]. Através deste ambiente o aluno comanda o funcionamento de motores, LEDs, sons, sensor de toque e determina o tempo de funcionamento de cada um deles. Para isso, o estudante emprega habilidades como: tomada de decisão, ordenação de atividades, conferência de resultados, estimativas de modificação de ações.

A validação e a coleta de resultados foi realizada com acadêmicos da Licenciatura em Computação e da Especialização Informática Aplicada à Educação, que já atuam ou irão atuar como professores. Os dados foram coletados através da aplicação de testes previamente organizados e apresentaram resultados expressivos para a formação docente, conforme os objetivos propostos. A tabulação e análise dos resultados demonstra que, os ambientes reais, que oferecem experiências significativas, formam adequadamente os professores. Além do preparo técnico, conclui-se que são necessárias abordagens específicas das Licenciaturas para que os professores orientem devidamente os alunos, crianças e adolescentes das escolas, no sentido da tomada de consciência sobre o emprego das tecnologias e sua canalização para o desenvolvimento sustentável.

O trabalho está organizado da seguinte forma: na seção 2 são descritos ambientes de comunicação a distância, na seção 3 é apresentado o ROBOKIT, na seção 4 é detalhado o desenvolvimento dos softwares para programação pela Internet, na seção 5 é descrita a forma de envio de imagens, na seção 6 apresenta-se a validação do sistema e na seção 7 os resultados obtidos e as conclusões.

2. Ambientes de comunicação a distância

Controlar equipamentos a distância é hoje uma realidade cada vez mais presente nas indústrias, nas aplicações voltadas à medicina, nas operações militares, de resgate a vítimas em acidentes e na exploração espacial.

O controle de sistemas a distância é uma necessidade do mundo moderno e necessita de maior atenção. Neste contexto, existe um crescente interesse em usar o computador para aprendizagem por meio de atividades remotas, propiciando aos estudantes, oportunidades para controlar e equipamentos robóticos, permitindo a democratização de meios para construção do conhecimento científico na área de robótica pedagógica, com ênfase na programação e utilização de material alternativo.

Os laboratórios remotos despontam como uma nova possibilidade de acesso a equipamentos didáticos para o ensino, onde o seu controle é disponibilizado pela Internet para a realização de ensaios, permitindo que um número maior de estudantes possa ter acesso a esses instrumentos. Câmeras de vídeo podem ser adicionadas ao ambiente do laboratório de modo que o usuário remoto consiga ter uma visão e acompanhar de modo online, as ações que ele programa para serem executadas no laboratório real. A grande vantagem dessa tecnologia reside no fato de que, via de regra, recursos instrumentais sofisticados não acessíveis para as pequenas instituições, podem ter seu uso compartilhado [Souza et al 2001].

A seguir são apresentados três exemplos de monitoração remota e controle a distância, desenvolvidos em diferentes instituições.

1. O ambiente RoboFácil foi desenvolvido na UFRJ, através da linguagem de programação ProgrameFácil que, segundo Miranda, Sampaio e Borges [Miranda 2007] oferecem um ambiente intuitivo formado por ícones de componentes para simulação de atividades de robótica como ligar *LED*, acionar motores e sensores.

2. O Romeo III é um robô móvel que se encontra instalado no laboratório da Divisão de Engenharia Eletrônica do ITA em São José dos Campos – SP, que pode ser controlado e monitorado remotamente, possibilitando que qualquer usuário conectado à Internet possa monitorar e enviar comandos remotamente para a plataforma do robô [Teixeira et al 2006]. Seu sistema permite que os usuários possam comandar ponto-a-ponto o deslocamento do robô através de um labirinto, sendo ainda possível observar o deslocamento do robô via uma câmera instalada no teto.

3. O WebTurning é um sistema que permite a tele operação de um Centro de Torneamento via Internet e foi desenvolvido na Universidade de Brasília (UNB) [Alvares 2005]. Este sistema é baseado em uma arquitetura cliente-servidor e faz controle de um torno CNC (Controle Numérico Computadorizado). O servidor de tele operação é constituído por um módulo de vídeo, responsável pela captura de imagens através de quatro câmeras e pela sua distribuição através do protocolo TCP/IP (Internet), e por um módulo de tele operação.

O conceito “laboratório remoto” foi aplicado ao ROBOKIT, sendo que, a relevância do trabalho reside em permitir a crianças que controlem remotamente um robô, através de programação pela Internet. A interação com o ROBOKIT é acompanhada por imagens em tempo real obtidas por meio de uma câmera localizada próxima do equipamento. Para isso, foram criados recursos de software que permitem fazer a comunicação entre o usuário remoto e o local onde o ROBOKIT está instalado fisicamente.

3. O ROBOKIT

O ROBOKIT consiste em uma caixa plástica multicontroladora, ergonômica com a arte do *layout* intuitiva para programação de crianças desde as séries iniciais do nível fundamental até o nível médio. Dotado de um microcontrolador modelo PIC16F873A-I/P, memória, teclado, *display* e alto-falante, o ROBOKIT [Cruz 2008b] permite controlar diversos motores, lâmpadas, *LEDs*, relés e sensores através de programação. A tecnologia do ROBOKIT possibilita novas formas de integração de trabalhos ainda pouco explorados ou desconhecidas pelos professores [Cruz 2007].

4. O desenvolvimento dos softwares

O Kit de Robótica está ligado a um computador que fica permanentemente conectado ao servidor (Figura 1), podendo ser acessado e controlado por qualquer máquina que esteja na Internet (cliente), através de um *login* e uma senha cadastrada no ambiente e seu horário de acesso esteja dentro dos parâmetros definidos no momento do cadastro.

Os softwares desenvolvidos compreendem: software de conexão do ROBOKIT com o computador, software de controle do ROBOKIT pela Internet e Portal do ROBOKIT, que são descritos a seguir.

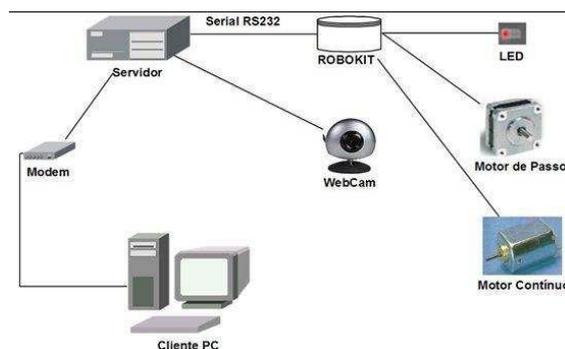


Figura 1. Interconexão entre os componentes da aplicação

4.1. Software de conexão do ROBOKIT com o computador

Este software foi desenvolvido pela empresa ImPLY Tecnologia Eletrônica e possibilita a conexão do ROBOKIT ao computador que atua como servidor, no qual estão hospedados o software de controle pela Internet e o Portal do ROBOKIT. Através do software de comunicação com o computador é possível controlar o ROBOKIT conectado localmente, pois possui todas as funcionalidades para acionar motores, *LEDs*, som e sensor de toque.

4.2. Software de controle do ROBOKIT pela Internet

O software possui um modo de acesso para administrador e outro para usuários. Os administradores têm controle sobre quem poderá ou não acessar o software. É de responsabilidade dos administradores cadastrar os agendamentos de turmas e dar a permissão de acesso para os usuários do sistema (alunos), sendo esta permissão determinada por período (data e hora de início) e (data e hora de término).

Já os usuários “alunos” são definidos pelos professores e divididos em turmas cabendo ao professor organizar e controlar a utilização do software para cada aluno

dentro da sua turma. Os estudantes da turma cadastrada podem executar todos os comandos que estão disponíveis na tela para serem utilizados e acompanhar os movimentos do ROBOKIT, através de imagens que são exibidas em tempo real na sua tela. As imagens das maquetes com seus motores e *LEDs* são capturadas por uma webcam que está conectada ao servidor no qual o ROBOKIT está ligado.

Através de uma tela acessada via browser, o usuário escolhe e indica a funcionalidade que deseja que o ROBOKIT conectado ao servidor execute (Figura 2). A execução é visualizada através do VLC – software acionado paralelamente para visualização das imagens. Para construir este software optou-se pela linguagem PHP (Hypertext Processor, uma linguagem de programação embutida no código HTML), devido a possuir licença gratuita. Esta linguagem executa em um ambiente leve, podendo ser utilizada em um servidor Apache. O Apache foi escolhido como servidor da aplicação por ser amplamente utilizado, ser estável, possuir licença livre para uso e rodar tanto em sistemas operacionais *Windows* quanto em *Linux*, não exigindo um computador com grande poder de processamento.

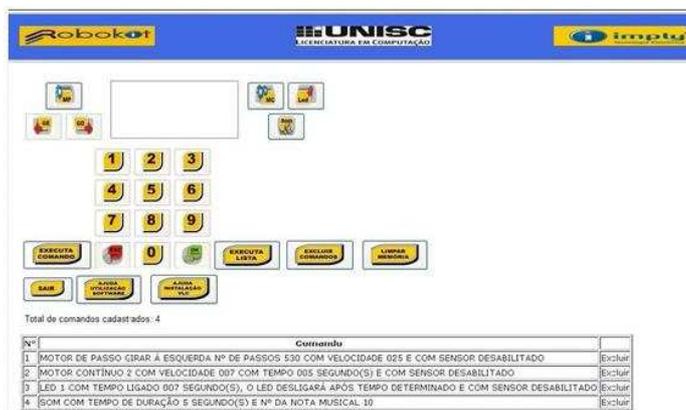


Figura 2. Tela da página Internet para controle remoto do ROBOKIT

A Figura 3 apresenta a maquete desenvolvida por crianças de uma das escolas participantes. A maquete é composta por materiais alternativos e utiliza motor de passo, motor contínuo e *LEDs*.



Figura 3. ROBOKIT com maquetes instaladas

A interface do sistema foi projetada para estabelecer um alto grau de comunicação, facilitando a manipulação de usuários pouco instruídos em Informática. Além desta característica, a aplicação deve poder rodar em computadores com baixo poder de processamento. A Figura 4 mostra o fluxo de informações da aplicação.

Como software de Banco de Dados foi escolhido o MySQL devido à vasta documentação disponível, por ser um software de uso gratuito e pela sua grande utilização em aplicações Web. Várias tabelas foram implementadas para o funcionamento.

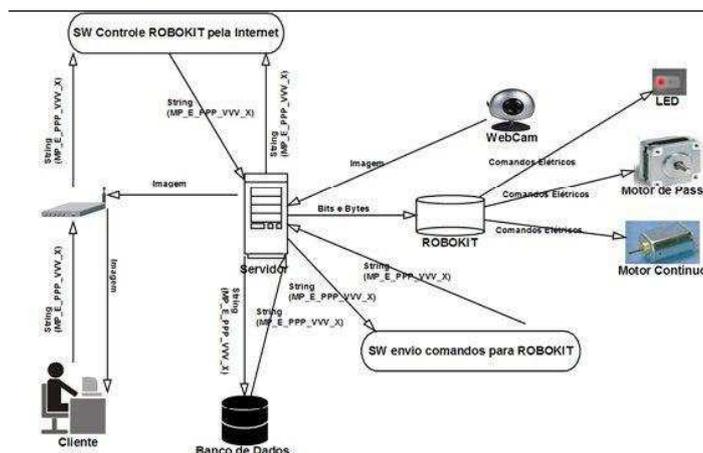


Figura 4. Fluxo de informações da aplicação

Na Figura 5 é apresentada a estrutura interna do banco de dados através das tabelas utilizadas na aplicação.

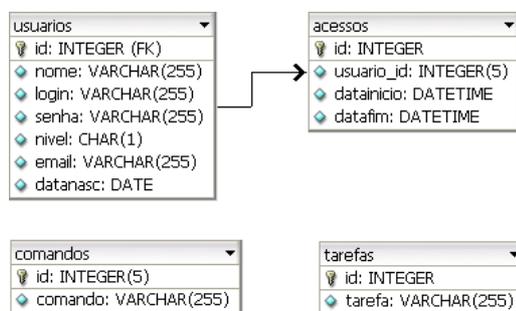


Figura 5. Modelo das tabelas do banco de dados

A tabela “usuários” é utilizada para armazenar os dados do usuário “aluno” que são consultados no momento do seu login na aplicação. A tabela “acessos” é utilizada para armazenar os dados de acesso do usuário ao sistema. No momento em que o ele efetua o login, os dados de “datainicio”, “datafim” e “usuario_id” são consultados para verificar se o usuário pode ou não acessar o sistema naquele determinado período. A tabela “tarefas” é utilizada para gravar o tipo de tarefa que o usuário envia para execução no ROBOKIT. A tabela “comandos” é utilizada para gravar as instruções que o usuário “aluno” envia para a aplicação.

Os dados circulam em formato de string e o software faz a leitura da string e posteriormente a separação da mesma, enviando-a em forma de comandos para serem executados pelo ROBOKIT.

O usuário envia comandos via Web, utilizando a aplicação que está instalada no servidor. O servidor processa estes comandos e persiste os mesmos no banco de dados MySQL. No Servidor existe um programa que roda localmente e realiza leitura do banco de dados à procura da instrução correspondente, quando ele a encontra as envia via conexão serial (RS232) ao ROBOKIT. Este, por sua vez, recebe o comando e o envia ao componente para o qual o usuário determinou o acionamento, componente este que está ligado diretamente ao ROBOKIT e pode ser *LED*, motor de passo, motor contínuo ou som. O Servidor está ligado via conexão USB a uma *webcam*, responsável pela captura da imagem do ambiente do ROBOKIT.

4.3. Portal do ROBOKIT

Uma página de Internet, que está hospedada no servidor, foi desenvolvida e pode ser acessada pelo endereço: robokit.unisc.br. Esta página é o Portal do ROBOKIT (Figura 6) e apresenta dentre várias opções, o *link* que fornece acesso à página de controle do ROBOKIT pela Internet.



Figura 6. Portal do ROBOKIT

5. Visualização das imagens

Através da visualização das imagens em tempo real, os usuários conseguem acompanhar a execução dos seus comandos. Para a transmissão de imagens via Internet foram estudadas e testadas as ferramentas: *Skype*, *DimDim*, *VZOchat*, *Microsoft Portrait* e *VLC Media Player*. Este foi o escolhido dentre todos por ser um software multimídia de código aberto e poderoso, capaz de ler diversos formatos de áudio e vídeo. O *VLC Media Player* tem versões para vários sistemas operacionais, é considerado um dos melhores softwares usados para transmissão e reprodução de vídeos.

6. Validação do software de controle do ROBOKIT pela Internet

O ambiente foi testado por trinta e oito acadêmicos da Licenciatura em Computação e da Especialização em Informática Aplicada à Educação, compreendendo catorze testes tabulados, durante o ano de 2008. Os testes iniciaram com a divisão da turma de graduação e de especialização em oito grupos distintos. Na graduação a utilização ocorreu nas disciplinas Programação Aplicada à Educação e Tecnologia, Informação e Comunicação em Educação e na Especialização na disciplina Robótica Educativa. Cada grupo recebeu a incumbência de se deslocar até um determinado ponto no interior da

universidade, distante até setecentos metros da sala na qual se encontra o servidor ao qual está conectado o ROBOKIT.

Os testes demonstraram sucesso em todas as etapas do processo, sendo que, o funcionamento dentro da universidade foi considerado excelente. Um dos aspectos ao qual os acadêmicos mais dedicaram atenção, se referia ao tempo entre um comando dado e a imagem retornada e visualizada através do VLC. Dentro da universidade a visualização é quase instantânea. Já os testes realizados fora da universidade em locais distantes, na cidade de Santa Cruz do Sul e cidades vizinhas, compreendendo seis cidades, apresentaram uma demora de até quatro minutos e meio para apresentar a imagem. A coleta de resultados foi estendida ao acompanhamento de resultados de aprendizagem de alunos da Educação Básica.

A Figura 7 mostra o gráfico comparativo de desempenho e do tempo de resposta dos diferentes comandos que controlam o ROBOKIT pela Internet.

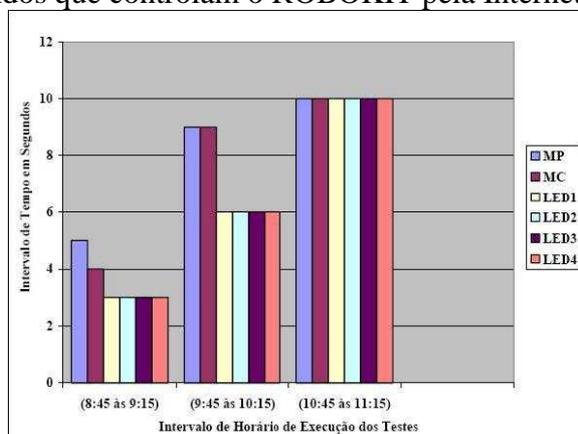


Figura 7 - Tempo de resposta dos comandos.

Nos testes realizados fora da universidade a imagem é apresentada com maior demora. Foi constatado que o tempo denominado *delay* faz com que a imagem possa ser visível para o usuário somente após determinado tempo que sofre variação conforme o fluxo da Internet. Esta demora dificulta a *feedback* dos comandos enviados, exigindo maior atenção por parte do usuário, mas não prejudicando o processo de aprendizagem. A Figura 8 apresenta o gráfico dos testes realizados na residência de um dos alunos, ou seja, fora da UNISC. Nestes testes a imagem é apresentada com maior demora.

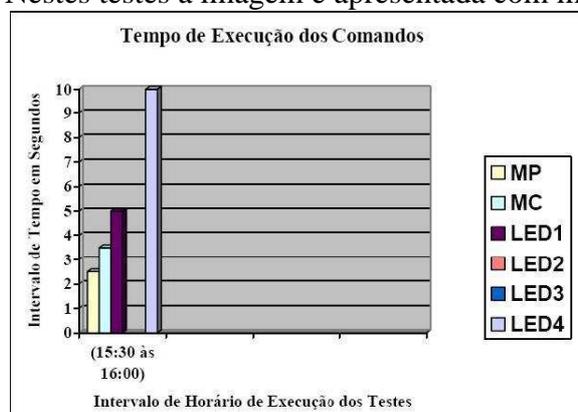


Figura 8 - Tempo de Execução dos Comandos na residência de um dos alunos.

Nas atividades com alunos da Educação Básica foram realizados acompanhamentos dos resultados de aprendizagem pela utilização dos softwares desenvolvidos, através do método clínico piagetiano [Piaget 2005]. A Figura 9 mostra alunos de uma escola situada no centro da cidade, junto à tela do computador, na qual é visualizada a maquete composta por círculos e casas em funcionamento, que se encontra a uma distância de dois quilômetros da Universidade, onde está instalado o ROBOKIT. Na tela está sendo apresentada a execução de um comando que é a representação do objeto com o qual as crianças interagem. A ação dos alunos compreende ligar o *LED* da casa amarela e fazer o ponteiro do círculo girar através do comando enviado ao motor de passo.



Figura 9. Crianças da 3ª série do Ensino Fundamental visualizando o *LED* da casa amarela ligar, através de programação feita pela Internet.

7. Conclusões

Os resultados obtidos são significativos e atendem os objetivos lançados. Entrevistas foram realizadas com os alunos acadêmicos que participaram dos testes e, na íntegra, as considerações são de extrema importância dadas ao trabalho desenvolvido. O relato dos acadêmicos aponta que o preparo técnico só é efetivamente possível se um ambiente for testado, pois não é possível imaginar situações como as proporcionadas pelo controle do ROBOKIT, através da Internet.

Cem por cento dos acadêmicos (professores em formação) afirma que apesar de utilizar os computadores e suas tecnologias nas atividades diárias, apesar de desenvolver programas com diferentes linguagens, não imaginava as possibilidades oferecidas pela programação unida à Internet no incentivo ao aprendizado das crianças em idade escolar. Ainda, todos afirmam que, em paralelo ao trabalho técnico, é necessária uma teoria educacional capaz de efetivamente tabular resultados de aprendizagem dos alunos das escolas para direcionar as reflexões para aplicações futuras mais complexas, para atuação no mercado de trabalho e na gestão, enfocando o desenvolvimento sustentável.

Como proposições futuras o trabalho está direcionado na busca de soluções para o envio mais rápido das imagens para fora da universidade. Também trabalha-se na proposta de implementação do controle do ROBOKIT por celular, bem como, na inserção de um agente pedagógico que auxilie na programação. Estes novos implementos serão novamente testados pelos acadêmicos e levados às escolas de toda região. Ademais, pretende-se ampliar a coleta de resultados de aprendizagem aprimorando o método empregado.

8. Agradecimentos

Agradecemos à Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC e a ImPLY Tecnologia Eletrônica pelo apoio logístico e financeiro dado à realização deste trabalho, que foi desenvolvido através de um projeto de parceria na pesquisa.

Referências

- Alvares, Alberto José; SILVA, Fábio Benites F. Da; FERREIRA, João Carlos Espíndola. (2005) “WebTurning: Teleoperação de um Centro de Torneamento via Internet”,
http://www.grima.ufsc.br/papers/PaperAlbertoJoaoCarlosCOBEF2005_Webturning.pdf. Acesso em junho de 2008.
- Carvalho, Douglas V. de. (2008) “Software para controle do Robokit pela Internet: um laboratório remoto”, Trabalho de conclusão de curso de graduação em Ciência da Computação, UNISC, Santa Cruz do Sul.
- Cruz, M. E. J. K. ; HAETINGER, W. ; HORN, F. (2008a) “Formação de Licenciados em Computação no Brasil - Desenvolvimento e utilização do ROBOKIT”, In: X Simpósio Internacional de Informática Educativa - SIIE08, Ediciones Universidad de Salamanca, p. 289-294.
- Cruz, M. E. J. K. ; HAETINGER, W. ; HORN, F. (2008b) “Desenvolvimento e comercialização de kit de robótica educativa, através de parceria universidade-empresa”, In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2008, Rio de Janeiro, ABEPRO.
- Cruz, M. E. J. K. ; LUX, B. ; HAETINGER, W. ; ENGELMANN, E. H. C. ; HORN, F. (2007) “Formação Prática do Licenciado em Computação para trabalho com Informática Educativa”, In: XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), São Paulo, Sociedade Brasileira de Computação (SBC). p. 422-431.
- Haetinger, W. (2004) “Construção de robôs para ensinar os conceitos de programação orientada a objetos”, In: VI Simpósio Internacional de Informática Educativa - SIIE, Caceres: Universidad de Extremadura.
- Miranda, Leonardo C, SAMPAIO, Fábio F. e BORGES, José A. (2007) “ProgrameFácil: Ambiente de Programação Visual para o kit Robótica Educacional RoboFácil”, Anais do XVIII SBIE, São Paulo.
- Piaget, Jean. (2005) “A Representação do Mundo na Criança: com concurso de onze colaboradores”, Aparecida, São Paulo: Idéias & Letras.
- Souza, Antonio Lopes et al. (2001) “Laboratórios Acessíveis via Internet: Um Recurso Didático para o Ensino/Aprendizado de Engenharia Elétrica”, VII Encontro Ensino em Engenharia. Escola de Engenharia - Departamento de Eletrotécnica. Disponível em www.pp.ufu.br/arquivos/34.pdf. Acesso em outubro de 2008.
- Teixeira, Carine C. et al. (2006) “Laboratório real remoto via Internet aplicado a robótica móvel”,
http://www.inicepg.univap.br/INIC_2006/epg/07/EPG00000230_ok.pdf. Acesso em junho de 2008.