Este artigo, disponível em http://www.nied.unicamp.br/oea, constitui material de leitura do curso *"Telerobótica utilizando o ambiente SIROS - Sistemas Robóticos com SuperLogo"*, uma das ações internacionais, desenvolvida em 2002 por pesquisadores do Nied-Unicamp, junto ao projeto "Centro Virtual Interamericano de Cooperação Solidária para a Formação de Educadores", financiado pela Oea.

Ambiente Colaborativo de Aprendizagem a Distância Baseado no Controle de dispositivos Robóticos, publicado nos Anais do XII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE2001, Universidade Federal de Espírito Santo – UFES, Vitória – ES de 21 a 23/11/01.

AMBIENTE COLABORATIVO DE APRENDIZAGEM A DISTÂNCIA BASEADO NO CONTROLE DE DISPOSITIVOS ROBÓTICOS

João Vilhete Viegas d'Abreu
Marco Túlio Chella

Universidade Estadual de Campinas – Unicamp
Núcleo de Informática Aplicada à Educação – Nied
Dep. de Comunicação da Fac. de Eng. Elétrica e de Computação Decom/Feec – Unicamp
Prédio da reitoria 5 segundo andar
Telefone: (0XX 19) 3788 7350, 3788 8136 (ramal 25) e 3788 3703 (ramal 73718)
Fac-simile: (0XX 19) 3788 8136 (ramal 30)
jvilhete@.unicamp.br

Resumo

Este artigo apresenta, uma das nossas pesquisas que é a criação de um laboratório de robótica acessível pela Internet, tendo como objetivo propiciar para as pessoas em geral e, as escolas em especial, acesso remoto a ambientes de robótica pedagógica. O artigo apresenta alguns aspectos técnicos pedagógicos inerentes ao processo de implementação, a baixo custo, de ferramentas de hardware e software disponíveis no laboratório de robótica do Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED/UNICAMP.

Introdução

Existe um crescente interesse em usar o computador para aprendizagem por meio de atividades colaborativas propiciando aos estudantes as mesmas atividades intelectuais e culturais que sustentam a prática de cientistas e engenheiros na construção do conhecimento. A maior parte deste aprendizado envolve propiciar ao aprendiz atividades que criem significados e permitam dialogar e refletir sobre as representações externas que usam conceitos, símbolos, modelos e relacionamentos. Aprender envolve dar sentido a experiência, do pensamento, ou do fenômeno no contexto. A representação ou compreensão de um conceito não são abstratas e auto-suficientes mas construídas segundo contextos sociais e físicos em que o conceito é encontrado e usado.

Educacionalmente, os aprendizes necessitam ter oportunidades de trabalhar com modelos, conceitos e teorias que permitam a construção de significados. Em particular, os aprendizes

necessitam aprender argumentar, questionar, construir significados usar recursos e representações de informação que suportem seu diálogo e colaboração do grupo.

A construção destes ambientes colaborativos de aprendizagem propicia ao aprendiz a oportunidades de fazer parte de comunidades onde se exercita a prática e o discurso científico.

A atividade de pesquisa do Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED envolve duas vertentes que se entrelaçam e se realimentam: a investigação do processo de construção do conhecimento, mediado pelo uso do computador no contexto educacional, e o desenvolvimento de equipamentos e de software a serem utilizados com finalidades educacionais. A utilização dessas ferramentas têm possibilitado desenvolver metodologias de ensino-aprendizagem baseadas no uso do computador e com perspectivas de inserir novas tecnologias na educação formal e não-formal, como forma de mudança de paradigmas educacionais (D'Alessandro & Induni, 1998).

Um dos enfoques do trabalho de pesquisa do NIED é a utilização da metodologia Logo de ensino-aprendizagem, desenvolvida no Massachusetts Institute of Technology (MIT) pelo Prof. Seymour Papert, Resumidamente esta metodologia propõe situações de aprendizagem em que o aluno constrói o seu conhecimento, por intermédio do uso do computador (Papert, 1980). Assim, o ambiente de aprendizagem baseado no Logo usa o computador para permitir que aprendizes, com uma ampla variedade de estilos de aprendizagem, tenham acesso a importantes conhecimentos possibilitando ao professor, utilizar diversas abordagens para provocar a aprendizagem desses alunos. Uma das atividades de pesquisa que desenvolvemos, neste contexto tem sido a utilização do ambiente LEGO-Logo, buscando criar metodologias que auxiliam a explicitação de conceitos de ciências, sobretudo, nos âmbitos do ensino fundamental e médio.

O ambiente LEGO-Logo consiste de um conjunto de componentes LEGO que permite a montagem de dispositivos mecânicos automatizados e de um conjunto de comandos da linguagem de programação Logo. Utilizando o Logo é possível elaborar programas para controlar os dispositivos LEGO. A comunicação entre o objeto LEGO e o computador é feita por intermédio de uma interface eletrônica.

Nossas pesquisas com o uso do LEGO-Logo iniciaram-se há aproximadamente 13 anos, desde então, inúmeras versões do Logo e diferentes tipos de kits e interfaces LEGO foram utilizadas. Utilizando a metodologia Logo desenvolvemos também o SuperLogo, que é uma versão do Logo em português, para Windows. Além disso, utilizamos também outros tipos de interfaces, não LEGO, para controle de dispositivos como Slot Machine, Traçador Gráfico Educacional, Manipulador Robótico, Tartaruga Mecânica de Solo, dentre outros (d'Abreu, 1995).

No desenvolvimento de pesquisas nesta área, sempre nos preocupamos em utilizar as tecnologias de ponta na área de informática na educação e dissemina-las no âmbito educacional, em instituições de ensino de todos os níveis. Inicialmente as nossas pesquisas se preocupavam em desenvolver ambientes onde as atividades de robótica pedagógica eram realizadas no modo presencial. Com o advento e popularização da rede Internet, passamos a nos preocupar também com o desenvolvimento do ambiente de telerobótica. Isto é, com a utilização dos recursos da rede para que as pessoas possam controlar remotamente, de qualquer parte do mundo, os dispositivos mecânicos automatizados existentes no nosso laboratório no NIED. Isso para nós tem sido a forma encontrada para propiciar aos estudantes, oportunidades para controlar e manusear equipamentos tecnologicamente sofisticados que, anteriormente, somente os grandes cientistas e os "iluminados" tinham acesso. Esperamos, após utilização do ambiente telerobótica com diferentes instituições de ensino, desenvolver metodologias que permitam a socialização e a democratização de meios para construção do conhecimento científicos da área de robótica pedagógica. Ao nosso ver, isso poderá

servir de incentivo para que estudantes se interessem por conteúdos de disciplinas dos campos de: engenharia elétrica, engenharia mecânica, engenharia industrial, ciência da computação, arquitetura, economia, dentre outras.

Do ponto de vista pedagógico acreditamos que todo o aprendizado possível de ser realizado no ambiente presencial, poderá ser propiciado também a distância, num contexto que, diferentemente da sala de aula tradicional, engloba comunicação e conhecimento baseado na liberdade, na pluralidade e na cooperação de forma mais ampla (Silva, 2000). Entretanto, isto só se concretizará se houver, por um lado, uma proposta pedagógica, por parte das instituições educacionais que vierem a fazer uso do nosso laboratório. E, por outro lado, o laboratório equipado com ferramentas de hardware e de software que permitem: um acesso rápido, controle de dispositivos robóticos de forma eficiente, troca de mensagens rápidas entre o usuário e alguém no laboratório, comunicação eficiente entre o usuário e o dispositivo que ele está controlando para que o *feedback* seja fiel e confiável, etc.. Enfim tudo deve ser processado rapidamente para que o usuário, embora executando um controle a distância, se sinta o mais próximo possível do controle em tempo real. Isso faz com que o acesso ao laboratório não se transforme em navegar pura e simplesmente na rede Internet, que é uma situação que não contribui muito para o aprendizado.

Porquê do Ambiente Telerobótica

Atualmente o custo para montar um ambiente LEGO-Logo, quer seja para o uso domiciliar, ou para o uso em instituições de ensino e aprendizagem ainda é alto. Isso faz com que, no Brasil, somente algumas instituições e, consequentemente, poucas pessoas tenham acesso a este ambiente tanto para fins educacionais quanto para entretenimento. A idéia de implementação do ambiente de telerobótica está centrada na disponibilização de um Ambiente de Telerobótica acessível à todos os usuários da rede Internet. Comandar um dispositivo robótico neste laboratório propicia condições para aprendizado de conceitos de programação e controle uma vez que o usuário, não só elabora a seqüência de comandos que o dispositivo deve executar como também visualiza os movimentos do dispositivo. Isso tudo numa conversa interativa mantida *on-line* com os pesquisadores no NIED. O acesso ao ambiente de telerobótica (http://www.nied.unicamp.br/~siros/) é feito sob demanda em função de um agendamento prévio solicitado junto a equipe de pesquisadores do NIED responsáveis pela área de robótica pedagógica.

Ambiente Telerobótica com LEGO-Logo

No NIED utilizamos, há mais de 10 anos, o ambiente LEGO-Logo no desenvolvimento de projeto de robótica pedagógica. Isto nos propiciou uma certa experiência no uso do computador para controle de dispositivos externos, com propósitos educacionais. Baseados nesta experiência estamos desenvolvendo o Ambiente de Telerobótica.

O Trabalho no Ambiente de Telerobótica pode compreender o desenvolvimento das seguintes atividades:

1. Orientação: contato com os recursos de comunicação, informar-se sobre os recursos disponíveis e estabelecer contato com outros grupos, tornando-se familiar com o ambiente e o problema que necessita ser resolvido.
2. Subdivisão do problema: Definindo as tarefas, ajustando objetivos, estabelecendo exigências e definindo limites.

3. Estabelecer papéis: Identificar os indivíduos e os grupos responsáveis para resolver cada aspecto do problema.
4. Pesquisar informação: Fazendo questões técnicas específicas e procurando a informação nas bases de dados e consultando outros membros das equipes.
5. Compartilhar informação: Respostas a questões colocadas pelo grupo, compartilhamento das informações encontradas na base de dados e relato do progresso nas atividades.
6. Monitoração: Utilização do vídeo para monitorar o progresso de outros grupos e compreender o que o próprio grupo está fazendo (incluindo o acompanhamento das comunicações no "bate-papo").
7. Compreensão e negociação: Certificando-se todos os envolvidos compreendem os princípios básicos que estão sendo executados para desenvolver o projeto - explicando o objetivo do projeto, questionando e justificando decisões.
8. Projeto: criação de esboços, visualização, e manipulação dos materiais.
9. Construção : Todas as atividades associadas ao objetivo de construir o projeto incluindo medições, cortes e conexão das partes.
10. Avaliação: Verificações em algum estágio do processo incluindo as decisões a respeito da tarefa, do objetivo, do projeto, e da eficácia real do dispositivo desenvolvido, incluindo o teste dos dispositivos para ver se estão de acordo com as especificações do projeto.

Descrição do Ambiente de Telerobótica

O Ambiente de Telerobótica permite que um programa em SuperLogo controle dispositivos mecânicos automatizados que podem ser classificados em duas categorias, os de morfologia fixa e os de morfologia variável.

Dispositivos de Morfologia Fixa

São os dispositivos mecânicos automatizados que uma vez projetados e construídos sua Parte Operativa não se altera, porém na Parte Comando, a automação e controle destes varia em função da tarefa que executam em um determinado momento, alguns dispositivos que implementamos com essa característica são: Manipulador Robótico, Tartaruga Mecânica, Robô Móvel, Traçador Gráfico, etc..

Dispositivos de Morfologia Variável

São os dispositivos mecânicos automatizados cuja parte Operativa é criada e alterada rapidamente e a Parte Comando varia em função da tarefa que estes executam. Entre a execução de uma tarefa e outra o mecanismo do dispositivo pode ser modificado. Fazem parte de dispositivos com essa característica: montagens feitas utilizando tijolos LEGO em geral.

As duas classificações acima, podem ser enquadradas no que denominamos genericamente de dispositivos robóticos. O ambiente de telerobótica permite que um programa em SuperLogo controle remotamente esses dispositivos.

A operação do Ambiente de telerobótica consiste no acionamento e monitoramento de *dispositivos robóticos* distantes do local onde se encontra o usuário. Este ambiente utiliza-se dos recursos disponíveis pela rede Internet implementados em torno de uma interface gráfica que segue o padrão WEB. Também faz parte desse ambiente de um conjunto de interfaces de hardware e software.

As interfaces de hardware atuando entre o computador e os dispositivos robóticos são responsáveis por receber as instruções oriundas do computador e converte-las em sinais elétricos capazes de atuar sobre motores e sensores.

Os recursos de software permitem a comunicação entre o usuário remoto e o usuário que está no local onde o dispositivo está instalado fisicamente permitindo controle do dispositivo, a partir de qualquer microcomputador conectado a Internet, sem que seja necessária instalação de software adicional ou *plug-in* e, finalmente, a apresentação da interface gráfica. Constituem estes recursos os seguintes itens:

- **Servidor WEB** - responsável por disponibilizar as páginas com a interface gráfica e tratar os comandos enviados pelo usuário para o controle dos dispositivos robóticos.

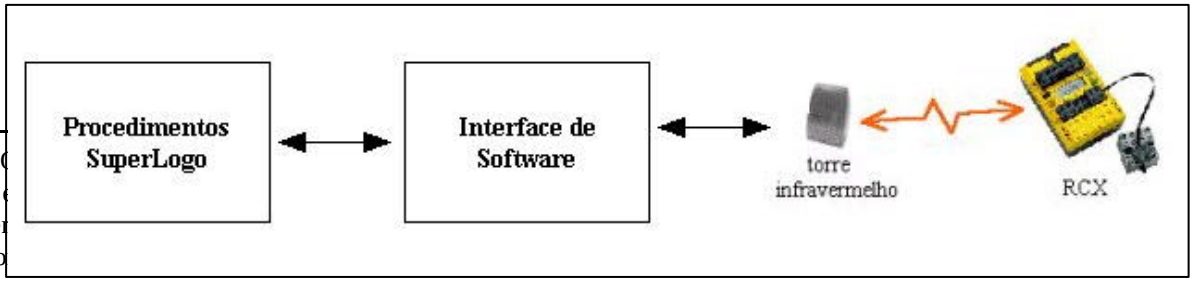
- **Software de Vídeo** – responsável pela captura, por meio de uma câmera, das imagens dos dispositivos robóticos que estão sendo controlados transmitindo-as pela rede permitindo a visualização remota.

- **Servidor de Chat** - propicia a comunicação por meio de texto entre o(s) usuário(s) remoto(s) e o(s) situados no local onde estão instalados os dispositivos robóticos.

- **Software SuperLogo** – executa os programas e comandos enviados pelo usuário remoto. Para isso foi acrescido a este software primitivas para controle do LEGO RCX[1], Servomotores e Detetores de Infravermelho

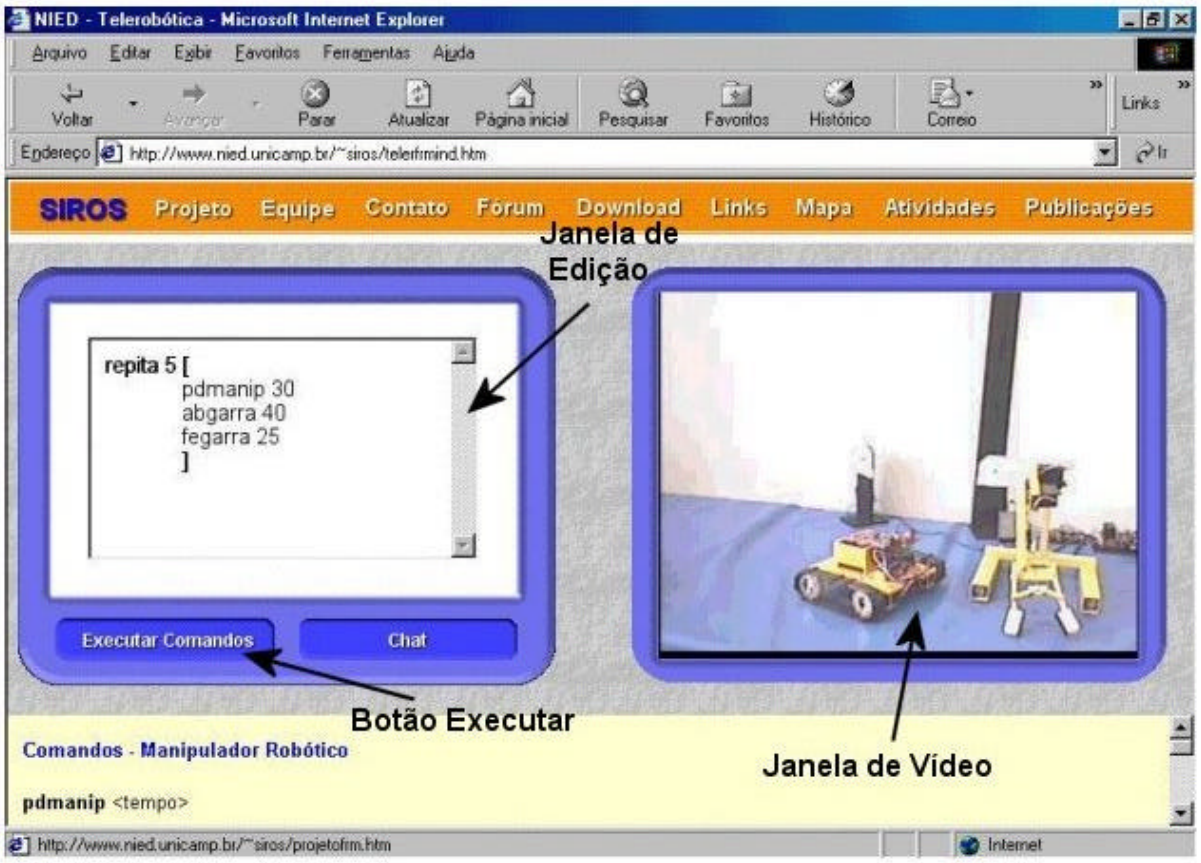
- **Interface de Software - O** controle do LEGO RCX pelo micro PC ocorre por meio do envio de instruções à porta serial onde a torre de infravermelho esta conectada seguindo as especificações do protocolo de comunicação. Para que esta tarefa seja possível a LEGO disponibiliza uma biblioteca para programação que segue a tecnologia Activex. Como o SuperLogo[2] não oferece suporte a está tecnologia foi utilizado o ambiente de programação Visual Basic da Microsoft para o desenvolvimento de um software que atuasse recebendo e enviando mensagens dos procedimentos SuperLogo com instruções que serão executadas no LEGO RCX.

- **Procedimentos SuperLogo para a interface de Software** – Para controlar os recursos disponíveis no RCX de forma transparente e mantendo a estética Logo foram desenvolvidos procedimentos que enviam e recebem instruções da Interface de Software. Estes procedimento são um conjunto de instruções para acionamento de motores, seleção e aquisição de dados por sensores.



[1] O LEG
motores
[2] O Super
para o po

Os recursos acima citados são integrados a uma interface gráfica que representa o ambiente telerobótica. Esta interface é a tela que o usuário remoto acessa por intermédio do browser, Netscape ou Explorer, utilizando do nosso site (www.nied.unicamp.br/~siros).



- Janela de Edição – onde são inseridos e editados os comandos em SuperLogo para controle dos dispositivos robóticos .

- Botão "Executar" – após a edição dos comandos na janela de edição, o usuário deve clicar no botão "Executar" para que este conteúdo seja enviado ao servidor para execução.

- Janela de Vídeo – a execução dos comandos enviados pelo usuário pode ser visualizado na janela de vídeo que transmite as imagens capturadas pela câmera instalada no local onde se encontram os dispositivos robóticos sob controle.

- Botão de "Chat" – em muitas atividades pode ser necessária a colaboração entre os usuários do ambiente, neste caso é importante que recursos de comunicação estejam presentes e integrados ao ambiente, este recurso é propiciado por uma janela de "chat" que é aberta ao se clicar no botão "Chat".

Que se ganha em termos de aprendizagem no Ambiente Telerobótica?

Do ponto de vista pedagógico, a princípio, tudo o que ambiente LEGO-Logo no modo presencial apresenta em termos de vantagens, o ambiente de telerobótica apresenta também. Todavia, a telerobótica acrescenta algo mais na medida em que o interlocutor dos usuários aumenta de forma bastante significativa. Ao invés da troca acontecer com colegas, numa sala de aula, como no caso presencial, ela se dá com pessoas do mundo inteiro que estiverem acessando a página. Assim, ao se desenvolver uma atividade no laboratório um usuário estará interagindo com todos os outros que estarão acessando a página naquele instante. Isto faz com que a sua idéia seja compartilhada com os demais, o que permite que diálogo e cooperação seja praticado interdisciplinarmente de forma muito ampla (Garcia, 1995). Com isso, o número de sugestões para a resolução de um determinado problema aumenta também. O que, em certa medida, pode ser muito interessante, caso as sugestões contribuam para que diferentes pontos de vista sejam apresentados na resolução do problema, o que consiste também em uma das características do ambiente interdisciplinar.

Podemos ser citar algumas vantagens da implementação Ambiente de Telerobótica tais como:

a) o fato de estarmos possibilitando que qualquer usuário de Internet possa controlar a distância um dispositivo mecânico automatizado instalado em um espaço físico e geograficamente determinado.

b) ao elaborar um programa que comanda um dispositivo o usuário estará descrevendo para o computador qual é a sua compreensão sobre o comportamento daquele dispositivo e da linguagem de programação em questão. A depender do resultado obtido ele pode aprimorar o seu conhecimento sobre o ambiente.

c) o fato do usuário poder acompanhar os movimentos do dispositivo também se constitui em um ganho na medida em que ele pode com isso, conferir a todo instante se o procedimento enviado por ele está sendo executado corretamente ou não.

d) ao desenvolver uma atividade o usuário estará automaticamente compartilhando suas idéias com os demais usuários que estarão acessando a página naquele instante. Isto permite diálogo e cooperação de forma universal. Diferentes usuários, do mundo inteiro, poderão se transformar em parceiros na resolução de um determinado problema.

e) o Ambiente de Telerobótica pode, ser acessado a qualquer momento, permitindo que os usuários tenham uma flexibilidade maior no horário para desenvolver suas atividades desde que devidamente combinado com os responsáveis pelo projeto no NIED.

Finalmente, ao se estabelecer uma comparação do uso do ambiente LEGO-Logo no modo presencial e no modo virtual, o primeiro aspecto a ser considerado é que em qualquer um dos modos existe construção do conhecimento. Portanto, acreditamos que em ambos ocorrerá uma aprendizagem significativa. Entretanto, o grau de aprofundamento que se pode realizar em cada um dos dois modos é diferente. Se no modo presencial temos, por parte do usuário, a vantagem deste

montar concretamente o dispositivo manuseando componentes LEGO, em contrapartida, não alcançamos um número de usuários tão grande quanto se alcança no modo virtual.

Uso Experimental

O ambiente de telerobótica tem sido utilizado com algumas instituições educacionais a fim de avaliarmos os seus pressupostos técnico-pedagógico descritos ao longo deste artigo tais como:

1) quanto a interatividade dos usuários, como o ambiente de telerobótica contribui para o seu aprendizado.

2) efetivamente a rede Internet permite a interatividade em tempo real de forma que a realização de uma atividade virtual, possa ser semelhante a realização da mesma no modo presencial?

3) a inserção, da novidade, controle de robôs via Internet pode contribuir para incentivar os usuários da rede a montarem os seus próprios dispositivos mecânicos automatizados provocando um interesse pelas disciplinas da área tecnológica?

Conclusão

A rede Internet tem sido mais frequentemente usada como meio para divulgação e troca de informação nela. Ainda é pouco explorada a possibilidade de se participar num mesmo experimento onde pessoas possam interagir trocando dados envolvidas em um mesmo projeto. Ou seja, trabalhando num ambiente que permita *computer suporting participatory research*.

As atividades práticas desenvolvidas no Ambiente de Telerobótica tem nos demonstrado que além dos aspectos relacionados com o controle e automação de dispositivos robóticos ele pode ser um meio de se estimular o desenvolvimento de outras competências valiosas na sociedade da informação como compreensão e negociação, definição de papéis, cooperação, dentre outras.

Esperamos do ponto de vista psico-pedagógico que a utilização do ambiente venha neste contexto permitir o desenvolvimento de projetos colaborativos. Isso contribuirá para a realização de uma educação à distância do tipo construcionista e não instrucionista, na medida em que, a rede INTERNET não estará servindo somente para transmissão mas também para a participação.

Referências Bibliograficas

D'AlESSANDRO M. W. & INDUNI N., *Educación Y Nuevas Tecnologias Propuestas para un Madridaje Exitoso*, Anais do IV Congresso Iberoamericano de Informática Educativa Rede Iberoamericana de Informática Educativa - RIBIE, Brasília – Brasil, 1998.

D'ABREU, V. V. J. *Construção de um Traçador Gráfico para fins Educacionais*, Dissertação de mestrado Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação FEEC/UNICAMP, 1994.

GARCIA, M. F., *Ambiente Logo e Interdisciplinaridade: A Concepção dos Professores.* Dissertação de mestrado Faculdade da Educação FE/UNICAMP, 1995.

LENTINI M. & GAY G., *Use of Communication Resources in a Networked Collaborative Design Environment*. Exploratory Study. The Interactive Multimedia Group Cornell University, Ithaca, NY, 1995.

PAPERT S. *Mindstorms: Children Computers and Powerful Ideas* Inc. Publishers/ New York, 1980.

SILVA M., *Sala de Aula Interativa.* Quarter Ed. Rio de Janeiro, 2000.