CoLab: um Ambiente de Aprendizagem Co-Construtiva

Paulo Henrique Fisch de Brito, Wu Shin-Ting

Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)
Caixa Postal 6101, 13083-970 – Campinas – SP – Brasil

{fisch,ting}@dca.fee.unicamp.br

Abstract. *To our knowledge, most of collaborative learning systems use generic collaboration tools, such as chat and email. They may be applied in a variety of knowledge areas, but they underuse the computers graphics power in acting as support to co-construction of knowledge in some specific areas, where the visual language is often employed for conveying an idea. This paper proposes an architecture for environments that permit co-constructive learning. A prototype of this architecture applied on the teaching of some topics in Mathematics, called CoLab, is presented.*

Resumo. *A maioria dos ambientes de aprendizado colaborativo atuais usam ferramentas de colaboração genéricas, como bate-papo e email. Estas ferramentas servem a todas as áreas do conhecimento, mas subutilizam o potencial gráfico do computador para atuar como suporte à co-construção de conhecimento em certas áreas específicas, nas quais a linguagem visual é bastante utilizada para transmitir uma idéia. Este artigo propõe uma arquitetura de ambientes que permitam uma aprendizagem co-construtiva. Um protótipo desta arquitetura com aplicação no ensino de alguns tópicos da Matemática, denominado CoLab, é apresentado.*

1. Introdução

A educação à distância (EAD) é cada vez mais uma realidade. Ela propicia estudo a muitas pessoas que de outra forma não poderiam estudar, seja por que não têm tempo em casa ou no trabalho, seja porque não há o curso em sua localidade. Esta modalidade de estudo existe há décadas mas agora ganha impulso tendo a internet como mídia.

Dentre os cursos existentes na rede há diversas linhas. Há desde os cursos que transportaram a mesma filosofia dos cursos por correspondência, onde há o envio assíncrono de lições e questões para o aluno que depois reenvia as respostas e recebe uma nota para a lição, até os ambientes que tentam explorar a interatividade que a internet propicia, com interações, síncronas e assíncronas, aluno/professor e/ou aluno/aluno. Neste artigo iremos tratar dos cursos e ambientes que abordam a metodologia colaborativa, isto é, que dão ênfase à interação aluno/aluno.

O aprendizado baseado na interação entre os aprendizes tem sido defendido por diversas teorias como por exemplo, o sócio-interacionismo, [Vigotsky 1991], ou outras que dão suporte ao *Computer-Supported Collaborative Learning* (CSCL) como a *Distributed Cognition* ou a *Situated Cognition*, [Hsiao 2001].

A idéia principal desta abordagem é a do aprendiz que constrói o seu conhecimento em colaboração com os outros. Nessa visão o professor não mais assume o papel de detentor do conhecimento, ele deve, ao invés disto, agir como um "maestro" das interações que ocorrem no ambiente tentando guiar as interações dos alunos para atingir o objetivo do aprendizado, [Jones and Mercer 1993].

A proposta de um aprendizado colaborativo à distância através do computador pressupõe que o computador deverá ser utilizado como uma ferramenta que propicie ao máximo a interação entre os alunos. Quando se fala em interação não devemos imaginar e nos limitar apenas a interação textual com a troca de mensagens entre os alunos. Se é através da interação com o outro que o aprendiz irá construir o seu conhecimento deve-se dar suporte a diversas maneiras do aluno exteriorizar, expor e divulgar as suas idéias. Haythornthwaite et al comprovaram que havia mais colaboração quando haviam diversas formas de interação no ambiente [Haythornthwaite et al 2000].

Todo símbolo capaz de transmitir significado deve ser usado. Às vezes é mais fácil expormos nossas idéias ao outro usando um desenho, um modelo, um algoritmo ou um esboço do que usando palavras. Por exemplo, tente explicar a alguém como chegar a um certo lugar, quando para isso ela terá que mudar de rua mais que três vezes. Embora para você que conhece o lugar seja fácil "visualizar" mentalmente a explicação, para a outra pessoa dificilmente será. Mas, se ao invés disto você fizer um pequeno mapa mostrando o caminho provavelmente você irá conseguir transmitir o seu "pensamento" de um modo mais eficiente.

Os ambientes de aprendizado colaborativo deveriam então, usando esta mesma idéia, suportar diversas formas de interação, colaboração e construção de conhecimento para os aprendizes. O computador pode, através do bate-papo (*chat*) e/ou *email*, proporcionar aos aprendizes a oportunidade de terem interação do tipo textual, de colaborarem verbalmente. Mas não devemos limitar assim o uso do computador, suas capacidades gráficas podem e devem ser usadas como ferramentas que "aumentem" a capacidade de interação entre as pessoas. Assim como a caneta e o papel onde foi desenhado o mapa na indicação de como se chega a um determinado lugar servem como ferramentas que propiciam uma maior capacidade de comunicação entre as pessoas, também podemos usar o computador com este

fim: aumentar a capacidade de comunicação e conseqüentemente de colaboração entre os aprendizes.

O *whiteboard*, ferramenta colaborativa de desenho, aparece em alguns ambientes de aprendizagem. Ele possibilita o compartilhamento de imagens, e é uma ferramenta gráfica que pode ser utilizada em algumas situações de ensino. Mas quando falamos de ferramentas gráficas colaborativas neste artigo estamos nos referindo a ferramentas que sejam mais específicas a determinadas áreas do conhecimento e que permitam mais experimentações em cima de modelos compartilhados para uma co-construção de conhecimento. O objetivo deste trabalho é então, mostrar a potencialidade de ferramentas gráficas co-construtivas para o ensino, demonstrar a sua viabilidade e mostrar como elas podem ser incorporadas aos ambientes de aprendizagem colaborativa.

Na segunda seção deste artigo estaremos comentando sobre os ambientes atuais de EAD e em que eles diferem da proposta presente neste artigo. Na terceira seção estaremos mostrando como é a arquitetura de um ambiente que suporte uma ferramenta gráfica colaborativa. Na seção quatro mostraremos o CoLab, um ambiente voltado para a matemática que ilustra esta arquitetura e falaremos também sobre um experimento realizado com este ambiente. Finalmente na quinta seção apresentaremos as conclusões.

2. Os Ambientes Atuais de EAD

Os ambientes atuais de EAD, como por exemplo o AulaNet e o WebCT, são em sua maioria bastante semelhantes. Todos trazem meios de exposição de conteúdo, ferramentas de colaboração textual como bate-papo e *email*, ferramentas para o professor e para o administrador controlar vários aspectos do curso, como inclusão/exclusão de alunos, freqüência e até estatísticas do uso por parte dos alunos para que o professor tenha um melhor acompanhamento da turma.

Um aspecto bastante importante em que os atuais ambientes se assemelham tem a ver com a concepção deles. Eles foram concebidos com a finalidade de serem genéricos. De servirem a diversas áreas do conhecimento mas sem trazer nenhuma ferramenta especializada em qualquer área. Este fato traz, em princípio, uma vantagem e uma desvantagem.

A principal vantagem é poder ser usado para diversos fins. Isto traz reflexo para todos os possíveis participantes de um curso por computador, sejam alunos, professores ou administradores pois só é necessário aprender a estrutura e o funcionamento de um único ambiente. Uma vez que o professor crie um curso para determinado ambiente ele terá adquirido conhecimento para criar diversos outros cursos para este ambiente. Uma vez que um aluno tenha feito uma matéria usando um determinado ambiente ele não terá mais problemas (quanto à tecnologia) para cursar outras matérias no mesmo ambiente.

Mas há também uma desvantagem nesta abordagem. Ao conceber ambientes extremamente genéricos há uma sub-utilização do computador como ferramenta que propicia a colaboração. Eles trazem em geral apenas ferramentas textuais para colaboração, como o bate-papo e o *email*, mas em diversas áreas do conhecimento existem outros símbolos, linguagens e formas de comunicação que não a textual e que poderiam estar disponíveis como ferramentas de colaboração. Estas ferramentas poderiam ser:

- Simuladores. Os quais serviriam para as mais diversas áreas, como matemática, biologia, economia, física, medicina e engenharias.
- Ambientes de modelagem. Como as ferramentas de CAD, com aplicações em arquitetura, desenho industrial e engenharia.

- Qualquer outra ferramenta que permita uma co-construção de conhecimento como por exemplo uma ferramenta que permita escrever colaborativamente uma partitura e depois escutá-la.

Seria interessante então, criar um ambiente que mantivesse as vantagens dos ambientes genéricos com todas as suas ferramentas para ser usado nas mais diversas áreas mas que possibilitasse também, se necessário, uma "especialização" do ambiente com a integração de ferramentas gráficas colaborativas e que envolvesse um baixo custo de forma a atender a um dos objetivos da EAD que é a popularização do ensino.

3. Arquitetura de um Ambiente Colaborativo

Existem alguns problemas que podemos relacionar com a integração de ferramentas gráficas e colaborativas a um ambiente de EAD. Vamos listar alguns destes problemas e tentar propor soluções para eles.

1) Algumas ferramentas gráficas colaborativas atuando em modo síncrono necessitam de uma troca constante de informações que as atuais conexões não suportam.

Hoje em dia existem diversas ferramentas que não são possíveis de se usar devido a baixa largura de banda. Esse é o caso da videoconferência. Embora esta tecnologia já esteja relativamente bem difundida, ainda tem pouco uso por requerer conexões mais velozes do que a maioria das pessoas possuem.

Mas esse não é o caso para todas as ferramentas de colaboração, mesmo algumas que abusem de recursos gráficos. É possível diminuir o tráfego de rede transmitindo-se apenas as ações dos usuários sobre a interface e não as imagens que se resultaram destas ações.

2) Algumas ferramentas gráficas exigem uma máquina de alta capacidade para renderização rápida das imagens.

Tal como o problema anterior este também inviabiliza o uso em larga escala de algumas ferramentas gráficas. Podemos incluir aqui diversos ambientes de realidade virtual. A realidade virtual tem diversos atrativos quanto a possibilidades de interação, tanto com o computador quanto interação com outras pessoas. A possibilidade de navegação em ambientes tridimensionais e a possibilidade de imersão são capacidades que incrementam e bastante, por exemplo, o uso de simuladores. No entanto, existem alguns grupos no Brasil trabalhando para disponibilizar e popularizar a realidade virtual para educação como por exemplo o Grupo de Realidade Virtual da Universidade Federal de São Carlos, [GRV-UFSCAR 2001], e o Virtual Distance Learning que envolve a UFC, a Cefet-CE e o Grupo GEO e que tem como um dos objetivos "desenvolver um sistema portável, capaz de utilização em microcomputadores comuns, ainda que empregando técnicas de realidade virtual normalmente disponíveis apenas em estações de trabalho mais sofisticadas e custosas", [VDL 2001].

Seguindo esta mesma linha de idéia, se quisermos uma "popularização" da ferramenta, devemos nos limitar ao uso de técnicas de computação gráficas que sejam processáveis por "computadores comuns".

3.1 Arquitetura de um Ambiente Integrado

A idéia é ter além das diversas ferramentas comuns aos ambientes de EAD como *email*, bate-papo, mural de avisos, estatísticas para o professor, facilidades para inclusão e exclusão e outras, ter também uma ferramenta gráfica que possa ser usada de modo colaborativo, tanto

síncrono quanto assíncrono, e que poderá ser específica a uma determinada área do conhecimento. Mostraremos abaixo algumas características que seriam interessantes a esta ferramenta e falaremos sobre a dificuldade de se prover estas características:

1) A mesma ferramenta gráfica que irá proporcionar outras formas de colaboração deverá existir em modo não colaborativo para que o aluno, caso deseje, possa trabalhar uma parte do tempo sozinho para depois mostrar ao seu grupo e juntar ao que os outros fizeram.

É muito mais simples ter a ferramenta trabalhando em modo não colaborativo. Quando acrescentamos a colaboração a uma ferramenta é que podem surgir problemas pois temos que acrescentar no mínimo um controle de concorrência o que nem sempre é trivial. Logo esta característica é fácil de suportar.

2) Deve haver como salvar o trabalho efetuado em alguma área do curso que funcionaria como uma memória do grupo. Assim, a qualquer hora e de qualquer computador seria possível, a qualquer pessoa do grupo, acessar o trabalho feito.

Salvar o trabalho em alguma área no servidor também não traz muitas complicações. Os ambientes já trabalham acoplados a algum banco de dados para poder guardar informações. É necessário apenas desenvolver uma interface entre o banco de dados e a ferramenta gráfica para que o banco de dados apareça como um disco para o aluno e também implementar questões de segurança como quem tem ou não permissão para escrever em que área.

3) A ferramenta gráfica colaborativa deve vir integrada ao bate-papo para que os aprendizes possam "conversar" enquanto esboçam graficamente suas idéias.

A integração da ferramenta gráfica com o bate-papo exige uma resolução mais elaborada. Há várias soluções possíveis e estaremos apresentando aqui uma delas, que é a que foi a usada na implementação que será mostrada na próxima seção. Há uma série de características que guiaram o desenvolvimento desta arquitetura:

- Todos os que estiverem na sala de bate-papo devem visualizar o mesmo arquivo na ferramenta gráfica, isto é, mesmo que com visões diferentes, eles devem estar trabalhando com o mesmo modelo, simulação, ou função, conforme for o caso. Por exemplo, se estivessem visualizando o modelo de um telhado, poderia haver um aluno vendo a porção norte enquanto outro olhava o leste, mas estariam trabalhando em cima do mesmo modelo, uma modificação feita por um deles reflete no modelo sendo visto pelo outro.
- Para haver a integração entre o bate-papo e a ferramenta gráfica, esta deve funcionar numa arquitetura cliente-servidor assim como o bate-papo, com o servidor da ferramenta gráfica acoplado ao servidor do bate-papo e o cliente acoplado ao cliente do bate-papo.
- Embora integradas deve haver independência suficiente entre o bate-papo e a ferramenta gráfica para que seja possível alterar ou mesmo trocar a ferramenta gráfica sem que isso implique em mudanças no código do bate-papo.

Para satisfazer estas características foi usada uma linguagem orientada a objetos e foi usado também *design patterns* para modelar o relacionamento entre as classes dos objetos. Um *design pattern* é uma solução para algum problema comum a diversos projetos e que já foi bastante estudado e cuja solução, através do uso de objetos, encontra-se bem documentada em catálogos [Gamma et al 1995]. O uso de *design pattern* faz com que seja mais fácil outros grupos trabalharem com o código do programa e também criarem outras ferramentas gráficas. Neste artigo iremos citar os *patterns* usados mas não entraremos em detalhes sobre eles, para isso é aconselhado dar uma olhada em [Gamma et al 1995].

Como a ferramenta deve funcionar numa arquitetura cliente-servidor junto ao bate-papo, iremos primeiro descrever um bate-papo simples com uma única sala, e depois mostrar as relações entre eles. As interações num bate-papo ocorrem como na figura 1 onde cada cliente manda sua mensagem para o servidor e este se encarrega de fazer um *multicasting* da mensagem. A entrada e a saída de uma pessoa no bate-papo representa para os outros participantes apenas mais uma mensagem na tela já que não há comunicação direta entre as máquinas clientes.

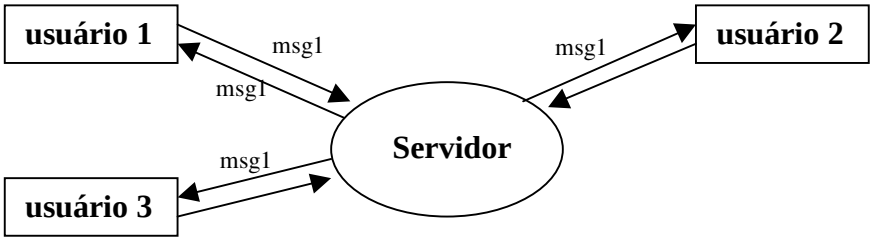

Figura 1- Servidor de bate-papo.

Uma ferramenta colaborativa integrada ao bate-papo usará uma arquitetura semelhante. As interações entre o bate-papo e a ferramenta acontecem apenas durante a inicialização e a finalização de uma sessão. O servidor do bate-papo ao ser "levantado" irá levantar também o servidor da ferramenta. Para fazer isso e preservar a independência entre os objetos será usado o *design pattern* chamado *abstract factory* que permite a um objeto construir um outro objeto sem conhecer a sua implementação, conhecendo apenas a classe pai abstrata da qual este herda sua interface, assim é possível substituir a ferramenta gráfica por uma outra desde que seja uma subclasse da mesma classe pai abstrata. O mesmo pattern é usado no lado do cliente para o cliente do bate-papo criar o cliente da ferramenta gráfica. O servidor do bate-papo informa ao cliente qual o endereço do servidor da ferramenta, com esta informação o módulo cliente do bate-papo cria o módulo cliente da ferramenta, a partir daí o bate-papo só volta a trocar alguma mensagem com a ferramenta para encerrar a sessão. A figura 2 ilustra os relacionamentos entre os objetos.

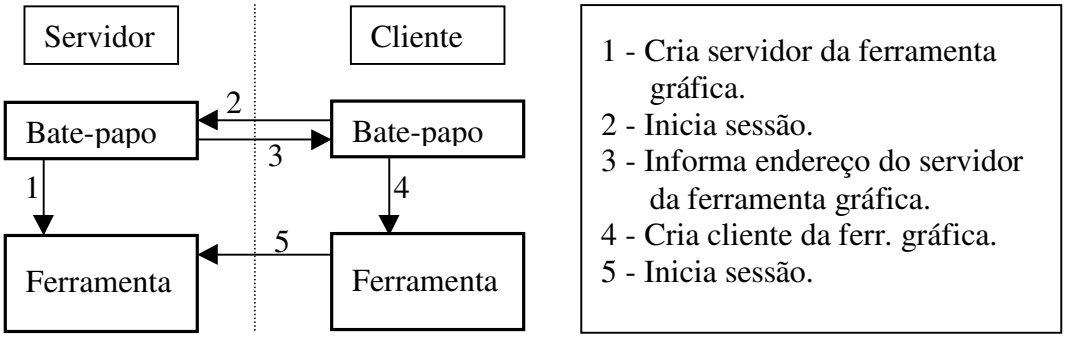

Figura 2 – Interações entre o bate-papo e a ferramenta gráfica.

4. Uma Implementação: CoLab

Com base em algumas idéias propostas neste artigo foi implementado um protótipo de um ambiente de EAD voltado para o ensino de tópicos de matemática que envolvam análise e síntese de funções. A idéia era usar como ferramenta colaborativa um traçador de funções. Ao entrar nas salas de bate-papo, os alunos além de visualizarem as mesmas mensagens no bate-papo, iriam visualizar as mesmas funções no traçador gráfico. Na figura 3 podemos ver uma

imagem da tela do bate-papo. O ambiente foi desenvolvido junto a professores de matemática do Instituto de Matemática, Estatística e Ciências da Computação (IMECC) da Unicamp. Eles participaram de quase todo o processo de desenvolvimento. Desde o início do desenvolvimento a cada nova parte do ambiente que era implementada ou modificada eles eram chamados para conjuntamente avaliar o que havia sido feito e dar novas sugestões realimentando o processo de desenvolvimento.

4.1 Tecnologia

O protótipo foi implementado usando-se a linguagem Java. Essa escolha se deu por diversos motivos:

- Há diversos recursos prontos para comunicação em rede entre os programas.
- Disponibilidade de encontrar na Internet código pronto para diversas aplicações.
- Seria mais fácil conseguir integração entre as ferramentas se tudo fosse feito usando-se a mesma linguagem.

Este protótipo deveria ser implementado em pouco mais de um semestre, isso fez com que algumas ferramentas consideradas importantes não chegassem a ser implementadas. Este é o caso das estatísticas sobre o uso de cada aluno no ambiente para ajudar o professor a avaliar o que ocorreu durante o curso. Em contrapartida, outras ferramentas que não são muito comuns nestes ambientes foram colocadas. Abaixo listamos as ferramentas que foram incorporadas:

1) Um navegador de internet para apresentação do conteúdo do curso e de um tutorial sobre o ambiente.
2) Uma janela com informações sobre os usuários que estão conectados no momento e em que sala de chat eles se encontram.
3) Uma ferramenta de fórum, onde os estudantes podem colocar suas dúvidas bem como responder as dos outros alunos, de forma assíncrona.
4) Uma ferramenta de *email*, como uma outra forma de comunicação assíncrona.
5) Uma ferramenta de bate-papo, como uma forma de comunicação síncrona.
6) Um traçador gráfico de funções, que funciona tanto como uma ferramenta independente, para os alunos testarem suas idéias quanto integrada ao bate-papo funcionando assim como uma outra forma de comunicação.
7) Um editor de relatórios, para que os alunos possam anotar suas idéias, tecer comentários e preparar relatórios a serem enviados ao professor.

A ferramenta de número 2, a janela com os usuários conectados serve para que os alunos conectados ao ambiente possam saber, por exemplo, se há outros integrantes do seu grupo ou se há professores ou monitores conectados naquele instante e saber em que sala do bate-papo eles se encontram. O editor de relatórios permite que os alunos elaborem relatórios que são facilmente armazenados em sua área ou na área do grupo. Com isso ficam acessíveis de qualquer máquina usada para se conectar ao ambiente.

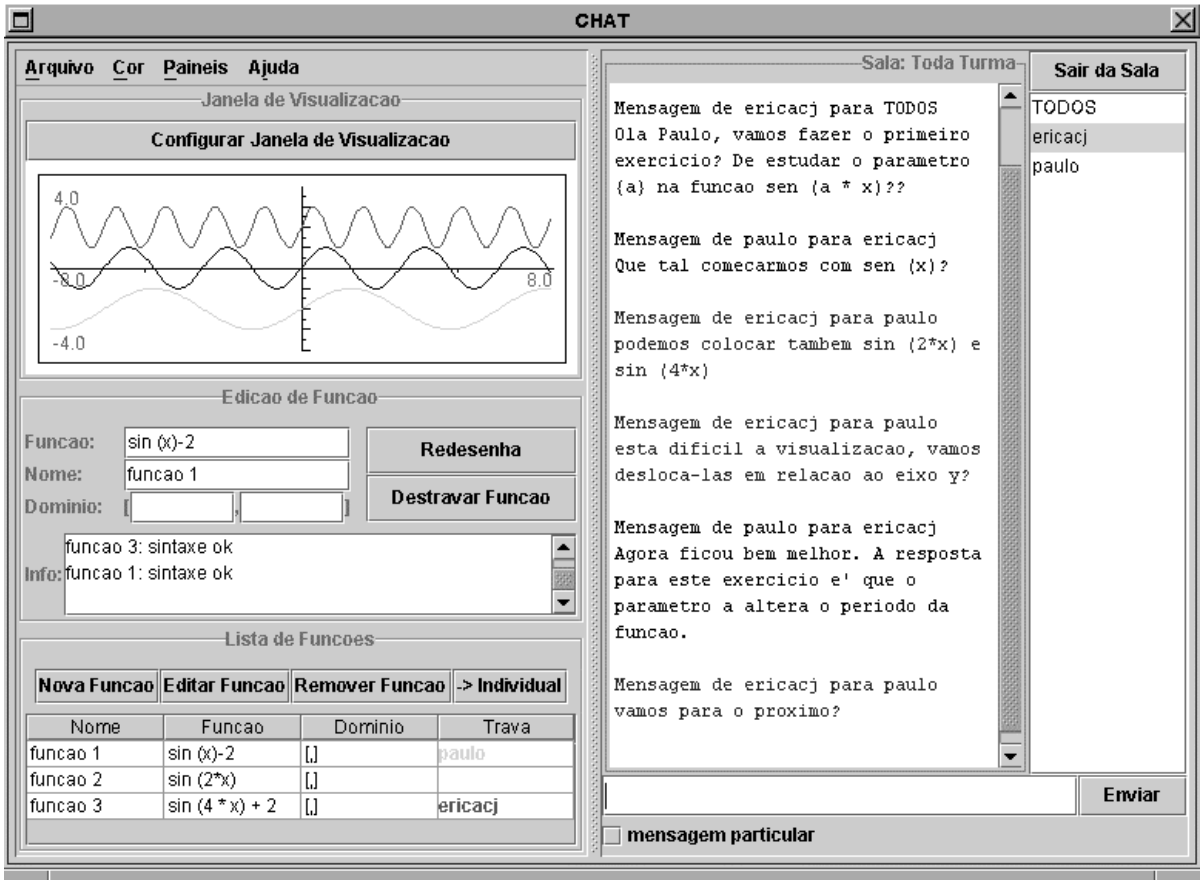

Figura 3 - Tela do bate-papo com um traçador de funções colaborativo.

Na figura 3 podemos ver melhor como acontece a colaboração entre dois alunos. Os alunos, Paulo e Érica, tem que fazer um exercício que consiste em analisar o papel do parâmetro a na função sen (ax). Os dois alunos entram no ambiente e começam o exercício. Paulo propõem que coloquem primeiramente a função sen (x), a tela do traçador gráfico pode ser vista na figura 4. Para poder fazer uma comparação, Érica fala para traçarem também as funções sen (2x) e sen (4x), figura 5. A imagem ficou confusa e Érica propõe então que eles façam um deslocamento das funções em relação ao eixo y (o que é conseguido somando-se uma constante à função e foi aprendido num exercício.anterior), eles então somam –2 à função sen(x) e +2 à função sen (4x), a imagem resultante pode ser vista na figura 6. Após isto eles concluem que o parâmetro a influi no período da função.

4.2 Experimentos e Resultados

Este ambiente foi usado para dar um curso sobre parâmetros e composição de funções para uma turma de Licenciatura de Matemática. Este curso foi inserido dentro da matéria de Laboratório de Cálculo 1 onde eles estavam aprendendo diversos outros ambientes computacionais, embora nenhum que pudesse ser usado à distância ou fosse colaborativo. O curso, planejado para 3 aulas, serviria como apoio ao curso presencial. Os alunos usariam o horário normal de aula para ir ao laboratório fazer as atividades propostas no ambiente. Embora não fosse feito à distância seria uma experiência muito boa para testar a ferramenta pois teríamos 30 alunos trabalhando em modo síncrono e usando a ferramenta gráfica colaborativa.

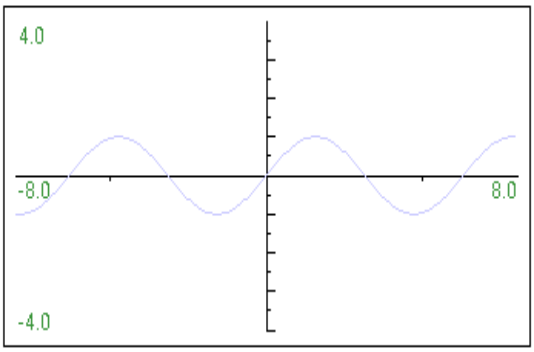

Figura 4 – sen (x)

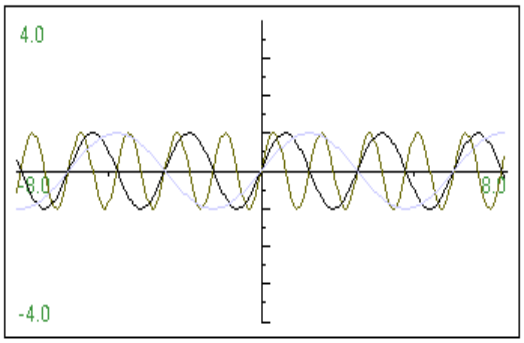

Figura 5 – sen (x), sen(2*x) e sen(4*x)

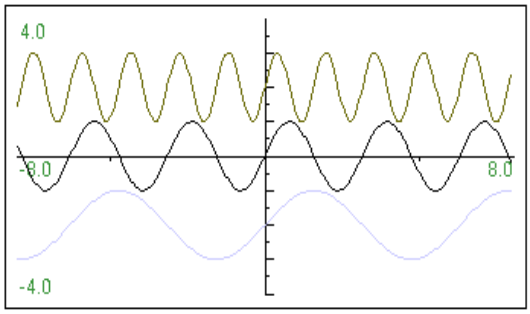

Figura 6 – sen(x)-2, sen(2*x) e sen(4*x)+2

Planejamos inicialmente para os alunos trabalharem em grupos de quatro alunos que seriam separados para que ficassem no máximo dois alunos de um mesmo grupo por máquina. Teríamos dois laboratórios disponíveis para usar com a turma. Mas, por problemas com um dos laboratórios, o número de máquinas foi reduzido. Eles foram obrigados a trabalhar em grupos de três alunos em cada computador. Para tentar, ainda assim, que eles colaborassem, fizemos grupos de seis alunos que ficaram então divididos em duas máquinas. Antes de começar efetivamente o curso, foi feita uma aula de apresentação onde foi falado sobre o curso, e sobre o que era esperado. Após isto eles foram para o computador para conhecer o ambiente mas ainda sem nenhuma tarefa planejada, caso quisessem poderiam fazer o tutorial que havia no ambiente..Praticamente todos os alunos resolveram experimentar o ambiente por conta própria. Neste dia a maioria achou interessante o bate-papo com o traçador gráfico de funções. Eles experimentaram algumas funções e conversaram via computador mesmo estando todos na mesma sala.

Durante as três aulas que duraram o curso, o fato de ficarem três alunos por computador fez com que ao invés de colaborarem através da rede como esperávamos, eles colaborassem, isto é, discutissem cada tarefa que deviam fazer, apenas entre os três que estavam sentados na mesma máquina. A facilidade de comunicação era muito maior. Mas, mesmo não havendo a comunicação pela rede pode-se comprovar a eficiência da ferramenta gráfica para a colaboração pois mesmo conversando face a face eles usaram bastante o traçador gráfico para expor aos outros as suas idéias.

5. Conclusões

Embora na experiência não tenha ocorrido colaboração através da rede pudemos comprovar que uma ferramenta gráfica que permita ao aluno expressar suas idéias em determinada área é útil para o ensino. Abre novos horizontes em se tratando de colaboração. Pretendemos repetir

esta experiência de uma forma mais controlada para testar a colaboração através da rede, de preferência com uma pessoa por máquina.

Pudemos também verificar que a tecnologia de hoje traz diversos recursos que favorecem este tipo de trabalho. A linguagem Java, por exemplo, traz diversos recursosque tornam simples a comunicação entre programas através da Internet. Não há razão para não lançarmos mão de ferramentas mais poderosas de colaboração em se tratandode ambientes de ensino/aprendizagem.

6. Agradecimentos

Agradecimentos especiais ao Prof. Marcelo Firer e a Prof[a]. Sueli Costa pelas incansáveis discussões e ao Prof. Gilli e a Prof[a]. Otília por acreditarem no projeto e concederem parte do seu curso para experimentações.

7. Referências

Ann Jones and Neil Mercer. (1993) "Theories of Learning and Information Technology", in Language, Computers & Classrooms, Edited by Peter Scrimshaw,London: Routledge.

Gamma, E., Helm, R., Vlissides, J & Johnson, R. (1995) "Design Patterns: Elements of reusable object-oriented software", Addison-Wesley.

GRV – UFSCAR (2001). Grupo de Realidade Virtual. Universidade Federal de São Carlos. http://www.dc.ufscar.br/~grv/.

Haythornthwaite, C., Kazmer, M., Robbins, J., & Showmaker, S. (2000) "Community Development Among Distande Learners: Temporal and Technological Dimensions", Journal of Computer-Mediated Communication 6 (1), September.

Hsiao, Jy Wana Daphne. Lyn. Cscl Theories. (2001)

http://www.edb.utexas.edu/csclstudent/Dhsiao/theories.html.

Virtual Distance Learning. (2001) http://www.vdl.ufc.br.

Vigotsky, L. S. (1991) "Pensamento e linguagem", Martins Fontes.