

CLEW: UM AMBIENTE DE APRENDIZADO COOPERATIVO PARA WEB

Marcelo Blois Ribeiro, Ricardo Choren Noya, Hugo Fuks

e-mail: {blois, choren, hugo}@inf.puc-rio.br

Fax: (021)259-2232

O CLEW é um ambiente de auxílio ao aprendizado cooperativo que combina o formato de apresentação de textos e gráficos da WWW com conceitos de MUD e *workflow* para a criação e gerenciamento de cursos via Internet. O ambiente foi especificado levando-se em conta a teoria construtivista de ensino e os conceitos de imersão e aprendizado por metáforas. Este artigo apresenta as diretrizes gerais do projeto e a arquitetura inicial do ambiente.

Introdução

Este artigo descreve o projeto CLEW, um ambiente de apoio ao aprendizado cooperativo pela Internet. O CLEW combina conceitos de educação, fluxo de trabalho (*workflow*) e MUD (*Multi-User Dungeons*), com o objetivo de estabelecer uma plataforma de auxílio à estruturação de cursos e ao desenvolvimento do conhecimento de seus participantes.

O construtivismo, as metáforas de aprendizado e a imersão formam a base educacional do projeto, guiando a construção do ambiente. O aspecto cooperativo da atividade educacional é valorizado através do apoio à interação entre os participantes de um curso, permitindo que os alunos menos qualificados possam aprender com os mais qualificados, que por sua vez, desenvolvem ainda mais as suas habilidades (O'Malley, 1995).

A estrutura do CLEW segue o principal aspecto de um MUD, resultando em uma divisão do ambiente em regiões. Um MUD é um ambiente que se baseia na interação entre os seus participantes, fornecendo um conjunto de salas, saídas e outros objetos (Pavel & Nichols, 1993), criando uma forma de mundo virtual (Busey, 1995). Mundos virtuais que suportam a interação de múltiplos usuários dão origem a uma comunidade virtual (Hughes & Moshell, 1997) que pode oferecer as condições para um processo de cooperação remoto e produtivo (Rheingold, 1994).

Já a elaboração e controle dos cursos utilizam características pertinentes a fluxos de trabalho, podendo melhor se adaptar aos requisitos do aluno. Casati, Ceri, Pernici e Pozzi (1995) definem fluxo de trabalho como um conjunto de atividades envolvendo a execução coordenada de múltiplas tarefas. A definição, a execução e o gerenciamento computacional destas atividades é feito por um Sistema de Gerenciamento de *Workflow*, WFMS (Hollingsworth, 1995). A integração entre WFMS e MUD fornece os meios

necessários ao gerenciamento e definição de processos de aprendizado. Pode-se entender um curso como um fluxo de trabalho, composto de diversas atividades relacionadas ao ensino de um determinado assunto.

O ambiente CLEW se baseia na criação de mundos virtuais de aprendizado, permitindo a cooperação entre seus participantes de forma similar a um MUD. Um mundo virtual no CLEW é a caracterização de um lugar irreal, onde um aluno é imerso podendo interagir com outros. Estes mundos devem apresentar uma metáfora de aprendizado, com o intuito de permitir uma adaptação à matéria que está sendo ensinada.

Trabalhos Relacionados

Alguns projetos da área de aprendizado cooperativo possuem natureza próxima ao CLEW, mas características e controle distintos.

O coMentor (Gibbs & Henry, 1996), da Universidade de Huddersfield (Grã-Bretanha), é um ambiente de ensino multi-usuário para alunos de ciências sociais acessível através da World Wide Web (WWW) <<http://comentor.hud.ac.uk:7000>>. O ambiente do coMentor é estruturado em salas, já que se propõe a ser um MUD visual via WWW. Além das salas o alunos podem visitar os repositórios de informações que contém os dados referentes a discussões anteriores. Somente uma ferramenta síncrona de comunicação, que permite o envio de uma mensagem para algum participante que esteja presente em uma sala, está disponível na sua primeira versão. O coMentor não possui mecanismos de apoio a geração dos cursos e avaliações.

Outro ambiente MUD via WWW é o Athena - Virtual Online University (VOU) (Duckett et al., 1995), acessível em <<http://www.athena.edu/surfturf/WebMoo.html>>. Os participantes do VOU podem interagir sincronamente, realizando discussões, mediadas por facilitadores, sobre os tópicos em estudo e o material disponível para a consulta. Um orientador acadêmico é automaticamente associado a cada novo aluno que se registra no sistema, orientando-o em seus estudos. Mais uma vez, mecanismos de auxílio a geração de cursos e avaliações não estão previstos.

O ExploreNet (Hughes & Moshell, 1997) é um ambiente gráfico, utilizado para a criação de mundos virtuais nos quais aprendizes e mestres possam participar de um processo cooperativo. Estes mundos virtuais são habitados por “avatars” que são a representação animada dos egos alternativos de seus participantes. O ExploreNet também utiliza conceitos como imersão e objetivo comum para orientar a elaboração de seus cursos.

Conteúdo

A próxima seção discute os princípios educacionais utilizados para a construção do ambiente. A terceira seção apresenta os elementos do sistema e suas características. A seguir, é descrita a arquitetura do CLEW. A quinta seção comenta a estruturação do ambiente, a participação em um curso e os serviços disponíveis para a colaboração. A última seção conclui este trabalho, indicando as futuras diretrizes do projeto.

Princípios Educacionais

A teoria educacional empregada no ambiente CLEW é o Construtivismo (Bruner, Goodnow & Austin, 1956). Nesta abordagem o aprendizado se torna mais efetivo uma vez que o conhecimento é construído de forma ativa (Sherman, 1991), além de colocar o controle do processo de aprendizado na mão dos alunos, tirando-o dos professores (Henderson, 1986; Garner, 1992). As idéias construtivistas, apesar de continuarem atuais, são razoavelmente antigas como mostra Hanley (1994). No início do século XVIII, começaram a surgir as primeiras idéias em torno de um aluno como participante ativo do processo de aprendizado, que relaciona os novos conceitos aprendidos às suas experiências anteriores. O Construtivismo estabelece que a assimilação e o entendimento de novos conceitos estão intimamente ligados às experiências cotidianas dos alunos. A memória de cada estudante absorve os ensinamentos através de inferências, elaborações e relacionamentos entre antigos conceitos e novas idéias (Vygotsky, 1978). Salomon (1992) afirma que o computador desempenha importante papel na transformação do aprendizado de um processo de simples assimilação (Piaget, 1950) para um processo de construção ativa.

Os conceitos de imersão e aprendizado por metáforas complementam as idéias Construtivistas. Wynn (1996) indica que a imersão física e psicológica em um mundo virtual alternativo possibilita aos estudantes a eliminação de sua descrença e a sua integração a uma nova realidade. Isto torna o aprendizado uma tarefa excitante e altamente envolvente. Aproveitando o estímulo proporcionado pela imersão dos participantes no ambiente CLEW, as metáforas de aprendizado moldam a semântica dos tópicos abordados, incentivando a comparação entre as características do sistema e as experiências do mundo real. Davis e Bell (1995) demonstram a preocupação com a necessidade de criação de modelos que se aproximem da realidade dos alunos, para que eles possam assimilar melhor os novos conceitos.

Outros aspectos necessários à realização satisfatória de um trabalho cooperativo são um objetivo comum a todos os membros do grupo e uma forma de interdependência entre eles (Salomon, 1992; Fulk, 1995). Barfurth (1995) também sugere que o objetivo comum entre os membros do grupo é uma questão essencial para a realização de uma tarefa cooperativa, citando um exemplo de efetiva colaboração entre pessoas estranhas para socorrer vítimas em caso de acidente. Caso um grupo não possua um objetivo comum, os seus membros terão preocupações diferentes, não havendo interesse na construção do conhecimento coletivo. Já a independência entre os participantes das atividades cooperativas pode provocar um desestímulo à colaboração entre os membros do grupo, pois suas tarefas são autônomas e só dependem de seu desempenho.

Elementos do Ambiente

O CLEW possui os seguintes elementos básicos: participante, região, objeto e contexto cooperativo.

Participante

Um participante no CLEW é a representação de uma pessoa, um aluno, um jogador, interessado em utilizar seus recursos. Um participante é identificado por seu nome e por um conjunto de índices ou estatísticas que são utilizados pelo ambiente para avaliar sua evolução. Existem os índices de participação, de contribuição e de graduação. O índice de participação retrata o quanto o participante explora o ambiente, suas funções e recursos. O índice de contribuição valoriza o aspecto cooperativo do participante, analisando a forma e a frequência com que ele contribui com sugestões e informações para a construção do conhecimento do grupo. Finalmente, o índice de graduação é uma estatística baseada no desempenho de um participante nas avaliações de um curso.

Os participantes são categorizados em tipos. Cada tipo define a forma de interação do participante com o ambiente, atribuindo-os funções e privilégios. Os tipos presentes no CLEW são:

Aprendiz. Utiliza o ambiente na qualidade de consumidor, participando de cursos.

Administrador. Gerencia o ambiente, realizando atividades relacionadas à supervisão e à manutenção de cursos, participantes, regiões e objetos.

Professor. É o responsável por toda a parte didática de um curso. Como os participantes deste tipo possuem diversas tarefas específicas, ele foi subdividido em:

a. modelador. Definem a estrutura dos cursos oferecidos através da especificação de seu fluxo de trabalho. Eles são capazes de criar, modificar e remover regiões e objetos do ambiente, permitindo a adaptação destes elementos às características de seu curso.

b. autor. Possuem a capacidade de elaboração e inserção do conteúdo didático em um curso cuja estrutura foi desenvolvida por um modelador.

c. avaliador. Atua nas questões relativas à forma e ao conteúdo das avaliações presentes em um curso.

d. instrutor. Acompanha os participantes de um curso para que eles possam receber instruções e tirar dúvidas.

Professor

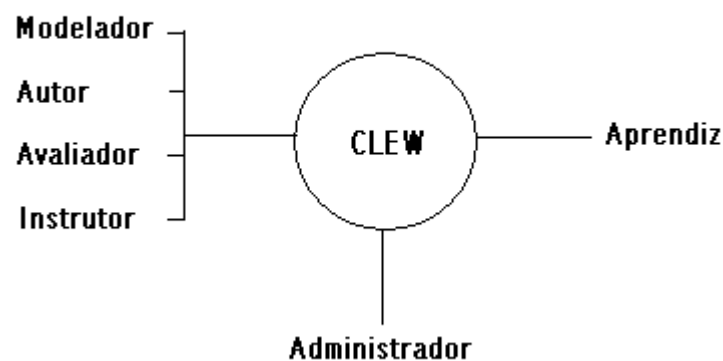


Figura 1: Tipos de participantes

Um participante conta também com uma memória capaz de registrar informações de seu interesse. Cada participante poderá oferecer o acesso às informações armazenadas em sua memória aos outros membros de seu grupo de trabalho. Uma memória de grupo pode ser estabelecida adicionando-se as memórias individuais de cada participante. O mecanismo de visualização simultânea das memórias de cada membro de um grupo de trabalho permite que esta adição seja feita e o grupo estabeleça uma memória comum.

Região

Uma região é uma área sem limites rígidos que agrupa participantes e objetos de acordo com uma determinada metáfora. As regiões de um curso devem seguir uma metáfora de aprendizado para que seus participantes se envolvam com as atividades do curso. Por exemplo, em um curso que se proponha a ensinar o mecanismo de funcionamento das listas encadeadas, as regiões poderiam ser configuradas de forma a dar a idéia de que o participante está navegando pelos nós de uma lista.

Cada nova região criada é conectada às outras, aumentando as dimensões do ambiente e a riqueza de metáforas que este apresenta. O ambiente conta com uma região principal onde participantes se cadastram e obtêm informações sobre os cursos disponíveis.

Uma região pode conter objetos e metáforas diferentes dependendo do curso em que está sendo utilizada. Visão de uma região é um conjunto de propriedades que definem a sua semântica em determinada situação. A criação de várias visões de uma região permite que os modeladores reutilizem um mesmo conjunto de regiões, apenas especializando cada uma delas segundo seus interesses.

Uma visão de região pode possuir uma memória de região. Esta memória permite que um participante deixe informações indicando para os próximos viajantes algumas características necessárias a sua sobrevivência no ambiente. A exemplo da memória de um participante, esta facilidade auxilia a colaboração, estimulando o interesse dos participantes em continuar sua exploração. Este mecanismo não impõe a cooperação entre os participantes, apenas a incentiva através do aumento do índice de contribuição para àqueles participantes que o utilizarem.

Objeto

A interação dos participantes com o ambiente se realiza através de objetos. Os objetos são elementos encontrados no CLEW semelhantes aos objetos do mundo real, mas com propriedades específicas para o fornecimento de informações didáticas e a manutenção de metáforas de aprendizado. O ambiente é composto por objetos ativos e passivos.

Os objetos ativos são elementos cuja atuação é simulada por mecanismos internos do ambiente. Eles podem auxiliar a realização das tarefas dos participantes de um curso. Por exemplo, um curso de química oferecido através do CLEW poderia, em determinado instante, controlar a atuação de um alquimista (objeto ativo), que ajudaria o participante do curso na tarefa de criação de uma certa poção mágica a partir de compostos orgânicos definidos. O participante interagiria com o alquimista e com os elementos da região em que se encontra, a fim de achar os componentes da poção através da combinação de elementos químicos básicos. Os objetos ativos oferecem mais um aspecto de colaboração entre os

participantes, pois trabalham como se fossem membros do grupo, isto é, como alguém que também precisa cooperar para alcançar um objetivo. Estes objetos devem conter agentes que simulem seu comportamento, dando a impressão de que são controlados por outros participantes do ambiente.

Os objetos passivos são utilizados para o acesso a informações e navegação entre regiões. Ao contrário do que ocorre com os objetos ativos, os passivos não possuem qualquer mecanismo de controle e simulação de comportamento, além de não oferecer um mecanismo de colaboração entre os participantes. Retomando o exemplo anterior, poderia existir um livro de magia (objeto passivo) na região onde está situado o alquimista, contendo dicas para a combinação dos elementos químicos elementares necessários a formação dos compostos orgânicos da poção.

De forma análoga ao que ocorre com as regiões, os objetos podem apresentar semânticas diferentes de acordo o curso que os utiliza. Por exemplo, um objeto mapa geográfico grego pode representar o mapa atual da Grécia ou o mapa da Grécia Antiga dependendo da abordagem de um curso. A criação de várias visões de um mesmo objeto aumenta a flexibilidade do CLEW, permitindo especializações de um objeto para a utilização em vários cursos. Isto favorece a reutilização de componentes de um curso em outro, possibilitando que o modelador apenas configure os objetos de acordo com sua necessidade.

Contexto Colaborativo

Um contexto colaborativo é uma associação entre os serviços disponíveis em uma atividade de um curso e os participantes que os utilizarão. Ele permite a comunicação e cooperação entre participantes, a fim de atingirem um determinado objetivo. O CLEW organiza e controla a disponibilidade de serviços de comunicação e cooperação através destes contextos. Cada atividade componente do processo de fluxo de trabalho que define um curso possui o seu próprio contexto cooperativo, chamado de contexto de atividade. Caso uma atividade esteja sendo realizada em mais de uma região, o contexto se aplicará a todas elas.

O contexto de atividade possui uma memória de contexto. Esta memória possibilita aos participantes a manutenção dos dados referentes a suas interações e o resgate de informações de cooperações anteriores. A privacidade dos dados armazenados é garantida através da configuração de visões para as memórias de contexto.

Os serviços oferecidos em um contexto colaborativo compreendem serviços de comunicação, sendo estes síncronos ou assíncronos, serviços didáticos, serviços administrativos e serviços de cooperação. A caracterização de cada um dos tipos de serviços é apresentada na quinta seção.

O contexto colaborativo é o aspecto de cooperação mais importante existente no CLEW. A memória de participante, de região e os objetos ativos oferecem mecanismos de cooperação onde um participante reutiliza uma informação previamente deixada por um outro participante (no caso dos objetos ativos, deixada pelo próprio ambiente). Já o contexto cooperativo lida diretamente com a interação entre participantes oferecendo uma cooperação “mais forte” durante a execução das tarefas, isto é, quando o conhecimento está sendo ativamente construído.

Arquitetura do Ambiente

O ambiente é composto por três camadas: camada de apresentação, camada de serviços e camada de banco de dados.

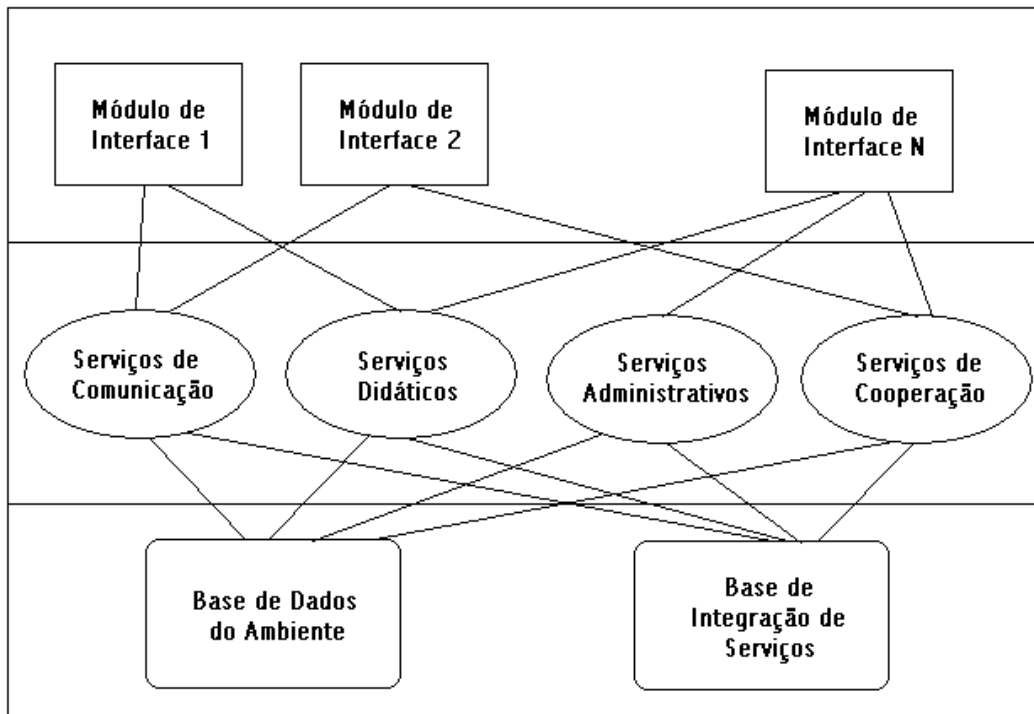


Figura 2: Arquitetura do CLEW

A camada de apresentação contém os módulos de interface de participantes do ambiente. Ela fornece uma visão diferente do ambiente para cada tipo de participante.

Na camada de serviços encontram-se as facilidades fornecidas pelo ambiente para o apoio à comunicação, à realização de tarefas administrativas e ao fornecimento e especificação de cursos.

A base de dados necessária à manutenção da estrutura do ambiente e à integração de suas ferramentas compõe a camada de banco de dados.

Desenvolvimento de Cursos

As regiões e a interação entre participantes e objetos que fazem parte delas definem as atividades que serão realizadas em um curso. Estas atividades formam um fluxo de trabalho que deve ser completado pelos participantes do curso.

Estruturação do Ambiente

Os modeladores deverão utilizar os serviços didáticos do ambiente para especificar a estrutura de um curso através da definição de seu processo de fluxo de trabalho. Este

processo deve ser definido, fornecendo-se toda a informação necessária para torná-lo executável por um *workflow enactment service* (Hollingsworth, 1995). Isto inclui dados sobre as condições de início e de finalização do curso, as atividades a serem realizadas e as regras de transição entre elas.

As condições de início de um curso estão normalmente relacionadas a dados administrativos tais como inscrição ou a realização de um curso pré-requisito. Já as condições de finalização dependem do desempenho do participante, medido através dos índices descritos anteriormente.

As atividades e suas transições formam a sequência didática de um curso. Definir uma atividade implica em construir uma parte do mundo virtual já que ela se realiza em uma ou mais regiões. O modelador deverá utilizar uma metáfora de aprendizado sobre o assunto a ser ensinado e, a partir dela, montar ou reutilizar uma ou mais regiões, inserindo ou configurando os objetos necessários.

Uma atividade compreende três partes: as pré-condições, as ações e as pós-condições. As pré-condições indicam um conjunto de atributos que um participante deve apresentar para poder iniciar a atividade. As pré-condições da primeira atividade de um curso formam as suas condições de início. As ações definem as regras de interação dos participantes com o mundo virtual, isto é, as tarefas que devem ser realizadas. Alguns exemplos de ações seriam pegar um objeto, conversar com outro participante, responder uma pergunta oriunda de um objeto ativo, etc. As pós-condições formam um conjunto de atributos que um participante deve adquirir após cumprir as ações determinadas pela atividade. As pós-condições da última atividade do curso formam as suas condições de finalização, indicando que os participantes cumpriram todas as atividades do processo do curso. Nada impede que um subconjunto das pós-condições de uma atividade seja utilizado como pré-condição de uma outra atividade.

As condições de início de um curso podem ser adaptadas de acordo com a situação dos participantes. Um participante que possua condições de ingressar no fluxo de um curso sem precisar passar por algumas atividades iniciais, poderá fazê-lo caso o modelador do curso tenha especificado pontos de ingresso alternativos. Estes pontos favorecem o enfoque de um participante em atividades relevantes a seus interesses sem precisar revisar tópicos já aprendidos. A forma de avaliar em que ponto cada participante deve ingressar no fluxo do curso é denominada pré-avaliação.

A Perspectiva do Participante

Um curso desenvolvido para o CLEW, aparece ao participante como uma viagem através de um mundo especificamente modelado para ele. O participante é transportado para a região inicial do curso, onde começará a sua viagem.

Para construir seu conhecimento, o participante deve realizar as tarefas (as ações) descritas nas atividades do curso. É importante que a metáfora utilizada seja interessante e que as ações sejam divertidas, como por exemplo, um desafio ou uma gincana para motivar os participantes do curso.

Considere o exemplo de um curso sobre estrutura de dados. Uma atividade seria o ensino de algoritmos de busca em listas seqüenciais. Uma fita cassete poderia ser utilizada como metáfora para a representação das listas seqüenciais. A partir da escolha da metáfora, as ações da atividade devem prender a atenção do participante do curso. Por

exemplo, um objeto ativo do ambiente poderia pedir a um participante ou a um grupo de participantes que procurasse na fita uma determinada música. Os participantes partiriam para a conclusão da tarefa que lhes foi dada, como se fosse um jogo, tendo que aprender os algoritmos de busca para alcançar o objetivo.

As avaliações dos participantes de um curso precisam ser elaboradas tendo-se em vista a metáfora utilizada. Não necessariamente as avaliações se dão através de exames, como por exemplo uma prova final. O interessante é que elas indiquem o progresso dos participantes como ocorre com os jogadores em um jogo. A cada nova fase ultrapassada, o jogador adquire um pouco mais de noção do ambiente do jogo e aprende tipos de jogadas que são vitoriosas. Para oferecer esta forma de avaliação, questões de aprofundamento podem estar embutidas no decorrer das ações, aparecendo como se fossem obstáculos à realização de uma tarefa. Esta abordagem “show what you know as you go” (Wiggins, 1997) oferece mais recursos didáticos ao professor, além de não ser tão rígida e pouco estimulante como a simples utilização de provas—não basta apenas decorar para a prova, tem que estar sempre atualizado.

Os Serviços Disponíveis

A fim de viabilizar um curso através do CLEW, estão disponíveis os seguintes tipos de serviços: de comunicação, administrativos, didáticos e de cooperação.

Os serviços de comunicação facilitam a comunicação síncrona e assíncrona entre participantes do ambiente. Entre os exemplos de ferramentas que oferecem estes serviços encontram-se chats, e-mails, ferramentas de videoconferência, paginadores coordenados, e outras.

Os serviços administrativos compreendem as facilidades necessárias para a correta administração do ambiente. São estas facilidades que controlam os cursos, as inscrições, os portfólios dos aprendizes, etc. Os administradores devem ser capazes, por exemplo, de visualizar as ações de um participante na forma de um registro de *log*.

Os serviços didáticos fornecem aos professores os meios para apresentarem um curso, seu conteúdo e suas avaliações. Estes serviços auxiliam a atuação dos modeladores, autores e avaliadores. Entre as ferramentas que oferecem estes serviços estão as de definição de processo, de autoria e de avaliação.

Os serviços de cooperação permitem a colaboração entre os participantes do CLEW para a realização das atividades de seus cursos. O editores cooperativos e as agendas de grupo são exemplos de ferramentas deste tipo de serviço.

A interface do CLEW foi modularizada para cada um dos tipos de participantes, permitindo que eles visualizem os serviços que são convenientes ao desempenho de suas atividades. Os módulos existentes são:

Módulo de definição de processos. Contém os recursos necessários a atuação dos modeladores, permitindo que eles cooperem com avaliadores, autores e instrutores para definir o processo de fluxo de trabalho de um curso.

Módulo de autoria. Estabelece a interface de atuação dos autores na especificação e atribuição do conteúdo didático de um curso.

Módulo de avaliação. Permite o acesso a funções que criam e gerenciam as avaliações de um curso.

Módulo de administração. Fornece aos administradores do CLEW mecanismos de gerenciamento, supervisionando a atuação dos participantes do ambiente.

Módulo de participação. Define a interface de utilização de serviços de cooperação e de comunicação necessária a atuação de instrutores e aprendizes. Os instrutores possuem um módulo de participação com mais recursos que os aprendizes, para que possam monitorar a evolução dos alunos do curso.

Conclusão

O primeiro protótipo do CLEW está em desenvolvimento com o principal objetivo de analisar seu potencial como ambiente de apoio ao aprendizado cooperativo e obter sugestões e novas diretrizes para a sua ampliação.

As futuras pesquisas do projeto serão direcionadas para as seguintes questões:

Navegação livre. A participação no ambiente não deverá permanecer restrita aos fluxos dos cursos. Um participante poderá navegar pelas regiões que fazem parte de um curso sem estar inscrito nele. Para isso, um conjunto de regiões estará disponível e servirá de ponto de partida para as demais regiões do ambiente.

Extensão dos contextos cooperativos. A navegação livre pelo ambiente necessitará da criação de outros tipos de contextos associados a regiões e a própria navegação.

Integração de ferramentas externas. A arquitetura do CLEW será estendida para a inserção de uma nova camada, chamada camada de adaptação, que utilizará a camada de banco de dados para promover a comunicação entre ferramentas oferecidas por diferentes fabricantes.

Mecanismos de coordenação para elaboração de cursos. A criação de um curso no CLEW é uma tarefa complexa por necessitar da interação e da colaboração de vários tipos de participantes (modeladores, autores, avaliadores e instrutores). Mecanismos de fluxo de trabalho serão desenvolvidos para auxiliar a cooperação entre estes participantes na elaboração de um curso.

Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado por bolsas de estudos da CAPES (Brasil) e do CNPq (Brasil), processos 352820/96-9 e 139850/96-1.

REFERÊNCIAS

- Barfurth, M. A. (1995). Understanding the Collaborative Learning Process in a Technology Rich Environment: The Case of Children's Disagreements. In Schnase, L. & Cunnius, E. L. (Ed.), Proceedings of CSCL95: Computer Support for Collaborative Learning (pp. 8-13). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bruner, J., Goodnow, J. & Austin, A. (1956). A study of thinking. New York: Wiley.
- Busey, A. (1995). Secrets of the MUD wizards. Indiana: Sams.net.

- Casati, F., Ceri, S., Pernici, B., & Pozzi, G. (1995). Conceptual Modeling of Workflows. Proceedings of the 14th Object-Oriented and Entity-Relationship Approach (pp. 341-354).
- Davis, E. A. & Bell, P. (1995). The Knowledge Integration Environment: Using the Net to Foster a Critical Eye in Science. ITP Newsletter at the University of California at Berkeley.
- Duckett, G., Painter, W., Gay, M., Gerson, D., Moore, T. L., & Wallet, K. B. (1995). Athena University - VOU and GENII: A Model of Conceptual Change and Collaboration. In Schnase, L. & Cunnius, E. L. (Ed.), Proceedings of CSCL95: Computer Support for Collaborative Learning. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Fjuk, A. (1995). Towards an Analytical Framework for CSCdistanceL. In Schnase, L. & Cunnius, E. L. (Ed.), Proceedings of CSCL95: Computer Support for Collaborative Learning (pp. 130-134). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Garner, R. (1992). Self-directed learning, strategy shifts, and shared expertise: Reactions to Palincsar and Klenk. Journal of Learning Disabilities, 25(4), 226-229.
- Gibbs, G. & Henry, M. (1996). A visual MUD system on the WWW: Computer supported co-operative learning for part-time students on theoretical social science or humanities modules. Poster presented at Collaborative Virtual Environments (CVE) '96.
- Hanley, S. (1994). On Constructivism. Maryland: University of Maryland at College Park, Maryland Collaborative for Teacher Preparation.
- Henderson, R. W. (1986). Self-directed learning: Implications for the design of instructional media. Contemporary Educational Psychology, 11, 405-427.
- Hollingsworth, D. (1995). Workflow Management Coalition - The Workflow Reference Model. In Workflow strategies (pp. 315-367). Foster City, CA: IDG Books Worldwide.
- Hughes, C. E. & Moshell, J.M. (1997). Shared virtual worlds for education: the ExploreNet Experiment. Multimedia Systems, 5, 145-154.
- O'Malley, C. (1995). Computer supported collaborative learning. Berlin: Springer-Verlag.
- Pavel, C. & Nichols, D. A. (1993). MUDs Grow UP: Social Virtual Reality in the Real World. Presented at the Third International Conference on Cyberspace in Austin, Texas on May 15th, 1993.
- Piaget, J. (1950). The psychology of intelligence. London: Routledge and Keegan Paul.
- Rheingold, H. (1993). Virtual Communities. New York: Summit Books.
- Salomon, G. (1992). What does the Design of Effective CSCL Require and How do We Study Its Effects?. SIGCUE Outlook, 21(3), 62-68.
- Sherman, L. W. (1991). Cooperative Learning in Post Secondary Education: Implications from Social Psychology for Active Learning Experiences. A Paper Presentation for the Annual Meetings of the American Educational Research Association, Chicago, IL, 3-7.
- Vygotsky, L. S. (1978). Mind in Society: Development of Higher Psychological Processes. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wiggins, G. (1997). Show What You Know As You Go. In Learn & Live Book Resources (pp. 42-45). See: George Lucas Educational Foundation <<http://glef.org>>.
- Wynn, S. (1996). Interactive Multimedia: Ensuring Motivation of the Learner. Working Papers Discussion Forum. Edith Cowan University, Perth, WA.