

Uma arquitetura para desenvolvimento de ambientes interativos de aprendizagem baseado em agentes, componentes e *framework*

Aleksandra do Socorro Silva¹, Silvana Rossy de Brito¹, Eloi Luiz Favero¹, Arturo Hernández-Domínguez², Orivaldo de Lira Tavares³, Carlos Renato Lisboa Francês¹

¹ Laboratório de Computação Aplicada (LACA) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE) -Universidade Federal do Pará (UFPA)
Caixa Postal 479 – 66.075-110 – Belém – PA – Brasil

² Departamento de Tecnologia da Informação – Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
57.072-970 – Maceió – AL – Brasil

³ Centro Tecnológico (CT) – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
29.060-900 – Vitória – ES – Brasil

{aleka, srossy, favero, rfrances}@ufpa.br, arturo@npd.ufal.br,
tavares@inf.ufes.br

Resumo. *Alguns problemas enfrentados no desenvolvimento e utilização de ambientes interativos de aprendizagem estão relacionados à diferentes visões: cooperação, colaboração, abordagens pedagógicas e engenharia de software. Assim, este artigo apresenta uma arquitetura em resposta aos problemas levantados visando a construção de um espaço integrado, personalizado e multiparadigmático. Os componentes dessa arquitetura foram definidos para fornecer os elementos necessários para a execução de um processo de aprendizagem considerando a (re)utilização de ferramentas, o compartilhamento do conhecimento, a integração entre os conhecimentos produzidos em diferentes comunidades, as atividades cooperativas, a interface adaptativa, o modelo do aprendiz (habilidades) e o modelo de estratégias de acompanhamento, além da coordenação e avaliação necessária na união desses elementos.*

Palavras-chave: ambientes interativos de aprendizagem, *framework*, componentes reutilizáveis de software, agentes

Abstract. *Some problems faced while developing and using interactive learning environments are related to numerous viewpoints: cooperation, collaboration, pedagogical approaches, and software engineering. Thus, this article brings, as an answer to the difficulties raised, an architecture aiming building an integrated, customized and multi-paradigmatic context. The components of this architecture were established in order to provide the fundamentals required to execute a learning process considering the (re)use of tools, knowledge sharing, integration between knowledge generated in distinct communities, cooperative activities, adaptive interface, student profile (skills), and follow-up strategies model, besides coordination and assessment required in order to merge said elements.*

Keywords: interactive environments of learning, framework, reusable software components, agents

1. Introdução

Com o advento das novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) é possível criar um novo e amplo espaço de possibilidades para a Educação [Lévy 1993]. Nesse sentido, uma diversidade de ambientes tem sido propostos, apropriando-se de diversas tecnologias como forma de contribuir para o processo de ensino-aprendizagem.

Há hoje um intenso esforço de pesquisa e desenvolvimento para dar suporte às diversas interações, à cooperação e ao compartilhamento de artefatos (construções) entre membros de um grupo. Uma dessas áreas de pesquisa, a Aprendizagem Cooperativa Apoiada por Computador (do inglês: CSCL - *Computer-Supported Cooperative Learning*), considerada como uma subárea do Trabalho Cooperativo Apoiado por Computador (do inglês: CSCW - *Computer-Supported Cooperative Work*), surgiu com a finalidade de proporcionar um ambiente cooperativo, centrado na aprendizagem e deu origem a diversos ambientes que apóiam os processos de aprendizagem promovidos através de esforços colaborativos. A aprendizagem cooperativa é uma técnica com a qual os aprendizes se ajudam nos processos de aprendizagem, atuando como parceiros entre si e com o professor (mediador), visando adquirir conhecimento sobre um dado objeto [Smyser 1993]. Assim, a cooperação agrega uma complexidade adicional no desenvolvimento de ambientes de aprendizagem.

Segundo Piaget, citado por [Maçada & Tijiboy 1998], a cooperação é definida como co-operação e se caracteriza pela coordenação de pontos de vista diferentes, pelas operações de correspondência, reciprocidade ou complementaridade e pela existência de regras autônomas de condutas, fundamentadas no respeito mútuo. Para que haja uma cooperação real são necessárias as seguintes condições: existência de uma escala comum de valores, conservação da escala de valores e existência de uma reciprocidade na interação.

Assim, as ferramentas de suporte ao processo de aprendizagem a distância devem prever um meio de comunicação multidirecional eficiente entre seus participantes (mediadores, aprendizes e colaboradores), de forma a substituir a interação pessoal entre eles por uma ação sistemática e conjunta de diversos recursos didáticos, proporcionando um aprendizado independente e flexível aos aprendizes. Adicionalmente, deve-se considerar a necessidade de coordenação entre os diversos participantes de uma comunidade (turmas ou grupos) de aprendizagem. A coordenação mediada por computador em ambientes de aprendizagem pode ser vista, fazendo um paralelo com o conceito utilizado em CSCW por [Ellis et al. 1991], como o ato de se certificar de que uma comunidade está executando suas atividades de forma efetiva e atingindo seus objetivos, diminuindo os conflitos e ações repetitivas e contribuindo para o aumento da comunicação e da colaboração. Segundo Chaffey, citado por [Togneri et al. 2002], a cooperação mediada por computador é, junto com a comunicação, uma característica central na atividade em grupo. Baseando-se na visão de diversos autores [Ellis et al. 1991] [Dourish & Bellotti 1992, Ackerman 1994, Araújo et al. 1997 apud Togneri et al. 2002] da área de CSCW, conclui-se que para que a cooperação ocorra de uma forma efetiva em comunidades de aprendizagem é necessário: (1) que as pessoas compartilhem informações, podendo, inclusive, modificar partes diferentes do mesmo artefato; (2) que exista coordenação das atividades; (3) que os aprendizes tenham percepção sobre as alterações de outros aprendizes (4) que os recursos intelectuais comuns de uma comunidade de aprendizagem possam ser registrados e compartilhados por outras comunidades.

Particularmente, a percepção permite aos aprendizes compreenderem as atividades de outros e ajustarem suas próprias atividades através da reflexão sobre os resultados alcançados. A percepção de cada aprendiz é fundamental para coordenar as atividades de uma comunidade. Dessa forma, durante os processos de interação entre aprendizes e entre aprendizes e mediadores, acontece a auto-regulação da comunidade, garantindo que as contribuições individuais sejam relevantes para as atividades do grupo através da avaliação das ações de cada aprendiz em relação ao progresso e as metas de sua comunidade.

A percepção dos aprendizes pode ser apoiada por algumas abordagens. Valoriza-se a abordagem chamada *feedback* compartilhado [Togneri et al. 2002], que consiste em coletar e apresentar para a comunidade, de forma automatizada, informações sobre as atividades individuais dos aprendizes, dentro de um espaço de trabalho compartilhado, transmitindo um senso de atualização contínua das ações individuais e o progresso global daquela comunidade. A grande vantagem dessa abordagem está no fato de que os aprendizes estão comunicando suas atividades a outros, refletindo, dessa forma, sobre suas ações e permitindo que os demais possam fazer comentários sobre elas e observar as conseqüências das

ações efetuadas. Segundo Gutwin, citado por [Togneri et al. 2002], um espaço de trabalho compartilhado, também chamado de *workspace* compartilhado, é um espaço físico onde as pessoas podem empreender alguma atividade juntas, sendo um repositório conveniente para os artefatos das atividades.

Este artigo constitui-se, além desta introdução, de mais 6 seções distribuídas da seguinte forma: a seção 2 apresenta uma classificação para as ferramentas utilizadas em ambientes interativos de aprendizagem; a seção 3 discute os problemas no desenvolvimento desses ambientes; a seção 4 apresenta uma proposta de arquitetura para ambientes interativos de aprendizagem, baseada em agentes, componentes e *framework*; a seção 5 descreve um cenário de uso da arquitetura proposta; a seção 6 apresenta respostas aos problemas relacionados e a seção 7, as considerações finais.

2. Classificação para as ferramentas utilizadas em ambientes interativos de aprendizagem

O desenvolvimento de ambientes de aprendizagem envolve a integração de um conjunto de recursos, que podem ser classificados segundo a sua funcionalidade. Diferentes taxinomias [Giraffa 1999] [Costa 1997], que envolvem Sistemas Tutores Inteligentes, jogos, micromundos, simuladores, assistentes, sistemas tutoriais, entre outros, têm sido propostas para softwares educativos. Adicionalmente, o desenvolvimento de ambientes interativos de aprendizagem incorpora, a exemplo das aplicações para *groupware*, as seguintes classes de ferramentas projetadas para facilitar a cooperação e colaboração entre aprendizes e mediadores [Ellis et al. 1991] [Chaffey apud Togneri et al 2002]:

- *correio eletrônico (e-mail), conferência baseada em texto (síncronas ou assíncronas), vídeo-conferência e outras como IRC – Internet Relay Chat, quadros de notícia eletrônicos (do inglês: Bulletin Boards);*
- *software de encontros eletrônicos (do inglês: EMS - Electronic Meetings Software) também chamado de sistema para apoio a decisões de grupo (do inglês: GDSS - Group Decision Support Systems);*
- *compartilhamento de documentos e autoria colaborativa;*
- *software de gerência de documentos eletrônicos (do inglês: EDMS – Eletronic Document Management Software);*
- *sistemas de coordenação de grupos;*
- *agentes inteligentes;*
- *sistemas gerenciadores do processo de aprendizagem [Tavares et al. 2001].*

3. Problemas no desenvolvimento de ambientes interativos de aprendizagem

O desenvolvimento de ambientes interativos de aprendizagem remete a diferentes considerações. Para a concepção deste trabalho, os problemas descritos nas subseções 3.1 à 3.3 foram identificados.

3.1. Quanto à abordagem centrada em curso

Segundo [Lucena & Fuks 2000], os ambientes cooperativos de aprendizagem têm como objetivo apoiar comunidades virtuais de aprendizagem, visando à construção coletiva de conhecimento. Entretanto, este apoio muitas vezes reproduz as práticas anteriores, aplicando-as a um novo paradigma, deixando de explorar suas potencialidades, que podem permitir grandes inovações. Nesse contexto, [Gava 2002] considera que, embora os ambientes cooperativos de aprendizagem possam ser usados para quebrar paradigmas e barreiras associadas a tempo e espaço e que muitos deles suportam a construção coletiva de conhecimento, tal como o suporte ao esclarecimento de dúvidas, desenvolvimento de trabalhos em grupo e outras atividades, não há ainda uma proposta clara para viabilizar a integração dos conteúdos explorados por um aprendiz no decorrer de seu andamento escolar. A maioria dos ambientes cooperativos de aprendizagem trata de disciplinas, cursos (ou grandes áreas de conhecimento), processo de aprendizagem de forma isolada sem uma integração dos assuntos que estão sendo estudados por um aprendiz em um determinado momento. Além disso é difícil para o aprendiz realizar conexões com os

materiais estudados anteriormente e explorar seus caminhos futuros. Esse problema, segundo [Gava 2002], é um fator que priva o aprendiz em cursos de Educação a Distância, dificultando sua cognição.

Nessa análise, [Gava 2002] busca por modelos apropriados para a concepção de Ambientes Virtuais de Aprendizagem, explorando a possibilidade de não somente socializar uma base de perguntas e respostas, mas todo o conhecimento gerado dentro desses ambientes, não só intragrupos como também entre grupos que se formam dentro desta comunidade virtual. O resultado dos trabalhos de [Gava 2002] remetem ao esboço de uma estação de aprendizagem que considera a integração entre os vários aspectos envolvidos com o conhecimento necessário e produzidos por um aprendiz através de uma **ontologia** do conhecimento em ambientes virtuais de aprendizagem. Nessa proposta, ao invés de considerar ambientes de aprendizagem centrados em **curso**, [Gava 2002] propõe que se considere o **aprendiz como o foco do processo**, fornecendo toda a infra-estrutura e recursos disponíveis no ambiente de forma integrada.3.2. Dificuldades na utilização de ferramentas que se propõem a apoiar a aprendizagem cooperativa

Muitas aplicações que se propõem a apoiar a aprendizagem cooperativa não têm conseguido atingir completamente seus objetivos. Parte desses problemas pode ser associada aos relatos de [Grudin 1994] e [Khoshafian & Buckiewicz 1995] ao relacionarem vários fatores que têm contribuído para essas falhas, como:

- *disparidade entre ação e benefício*: as aplicações de aprendizagem cooperativa podem requerer, com frequência, atividades adicionais dos aprendizes, que nem sempre percebem os benefícios diretos advindos do uso da aplicação;
- *falhas na intuição*: muitas vezes, um aprendiz não percebe que, apesar da aplicação beneficiar sua aprendizagem, existem várias implicações para os demais aprendizes, sem que esses usufruam, necessariamente, desses benefícios.

Adicionalmente, outros problemas são [Grudin 1994, Khoshafian & Buckiewicz 1995]: problemas do “dilema do prisioneiro” e da massa crítica; falta de apoio às exceções e nuances nas interações humanas; dificuldade de avaliação. Além desses problemas, existem as questões associadas à interação homem-máquina, ou seja, muitos dos problemas são criados pelo elemento humano. Algumas das barreiras para o sucesso das comunidades de aprendizagem podem ser [Chaffey 1998 apud Togneri 2002]:

- *tempo de exposição desigual*: ocorre à medida que as comunidades se tornam maiores ou quando alguns aprendizes monopolizam a discussão;
- *bloqueio de produção*: ocorre se, em uma aplicação, somente um aprendiz puder expressar suas idéias por vez;
- *receio de possíveis avaliações*: os aprendizes podem guardar para si suas considerações por medo da opinião de outros participantes daquela comunidade de aprendizagem;
- *inércia cognitiva*: ocorre quando os aprendizes, em uma reunião, tendem a seguir somente uma linha de pensamento ou a andar em círculos.

3.2. Quanto às atividades de mediação

Na definição do processo de aprendizagem, o mediador tem a liberdade de definir o conjunto de tarefas a serem realizadas, a estratégia de execução das tarefas, os métodos e técnicas que serão usados no desenvolvimento de cada tarefa, e as ferramentas que vão automatizar o processo [Tavares et al. 2001]. Cada mediador tem suas formas de avaliação e acompanhamento que podem ser vistas como estratégias de acompanhamento [Brito et al. 2002]. As estratégias de acompanhamento devem servir para identificar falhas no processo, além de motivar os aprendizes no desenvolvimento das atividades planejadas. Tavares et al. [2001] relatam as dificuldades enfrentadas durante o acompanhamento dos aprendizes, e apresentam os requisitos para um sistema inteligente que busca pela potencialização das atividades de mediação, minimizando a sobrecarga dos mediadores com atividades repetitivas.

3.3. Quanto às dificuldades dos desenvolvedores de ambientes interativos de aprendizagem

O desenvolvimento de ambientes interativos de aprendizagem demanda recursos de tal ordem que dificultam o surgimento de propostas inovadoras [Pessoa et al. 2002] e acarretam uma considerável

demora no seu projeto e implementação. Além disso, uma variedade de ambientes tem sido desenvolvida sem a preocupação de facilitar a construção do espaço de aprendizagem pelos próprios mediadores, gerando ambientes pouco flexíveis e dinâmicos.

4. Uma proposta de arquitetura para ambientes de aprendizagem, baseada em agentes, componentes e *framework*

A partir dos problemas identificados na seção 3, um conjunto de requisitos foi proposto e organizado. Com base nesses requisitos, e traçando-se um paralelo com o ambiente APSEE [Reis 1998], uma visão geral de arquitetura para ambientes interativos de aprendizagem (e o relacionamento entre seus componentes) é proposta e ilustrada na figura 1.

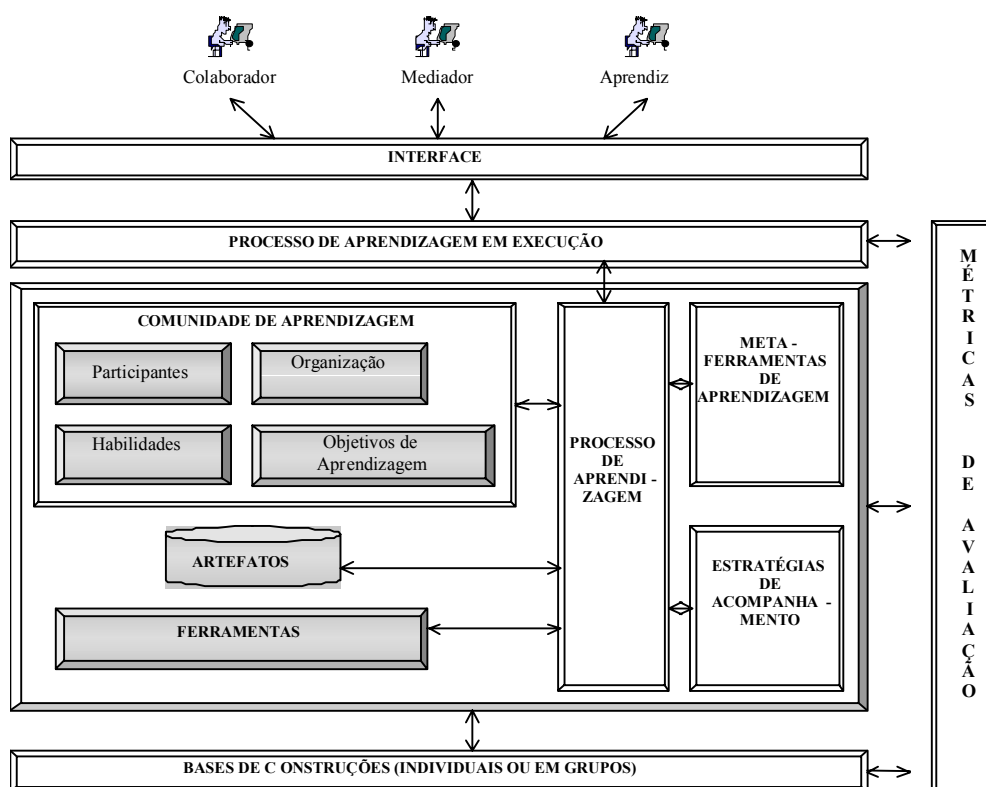


Figura 1. Visão geral da arquitetura proposta para Ambientes Interativos de Aprendizagem

Os componentes da figura podem ser descritos como a seguir:

- **Processo de aprendizagem:** o processo de aprendizagem define, para uma ou mais comunidades de aprendizagem, um conjunto de tarefas a serem realizadas de forma a alcançar os objetivos educacionais esperados [Bloom et al. 1974]. O processo pode conter, por exemplo, a estratégia de execução das tarefas, os métodos e as técnicas que serão usados no desenvolvimento de cada tarefa e as ferramentas que vão automatizar a aplicação dos métodos e técnicas [Tavares et al. 2001]. A definição desses processos representa informações que são persistentes no ambiente, independentemente do estágio em que se encontram as comunidades (definidas, ativas, inativas);
- **Comunidade de aprendizagem:** possui informações sobre as diversas comunidades de aprendizagem, como por exemplo, informações sobre os participantes (aprendizes, mediadores e outros colaboradores com as suas devidas responsabilidades nessa comunidade) e suas habilidades (considerando os diferentes níveis de conhecimento dos seus participantes), os objetivos de aprendizagem estabelecidos para aquela comunidade e a organização necessária para alcançar esses objetivos;

- **Artefatos:** um artefato é qualquer construção em uso por um ou vários aprendizes no decorrer do processo de aprendizagem, como por exemplo, um arquivo contendo uma planilha eletrônica, uma tabela em um gerenciador de banco de dados, um documento produzido em editor de texto, um diagrama, uma apresentação ou experimento. Um mesmo artefato pode ser produzido por uma ou mais comunidades, assim como pode ser produzido por aprendizes em diferentes comunidades, através de atividades cooperativas ou colaborativas;
- **Ferramentas:** estão relacionadas aos diversos recursos tecnológicos com fins pedagógicos que estão sendo utilizados pelas comunidades e individualmente pelos aprendizes, na produção dos artefatos. As ferramentas são derivadas da base de metas-ferramenta de aprendizagem no momento em que uma comunidade é formada ou quando um aprendiz requisita uma ferramenta dentre o conjunto de meta-ferramentas para o seu uso. Dentre essas ferramentas estão aquelas que devem prever um meio de comunicação multidirecional eficiente entre seus participantes (professores, aprendizes e colaboradores), de forma a substituir a interação pessoal entre eles por uma ação sistemática e conjunta de diversos recursos didáticos. Além das ferramentas de comunicação, têm-se os jogos, simuladores, micromundos, apresentações de conteúdos específicos, assistentes, sistemas tutores e outras;
- **Meta-ferramentas de aprendizagem:** contém as especificações necessárias para a geração do conjunto de ferramentas selecionadas (por mediadores e aprendizes) para serem utilizadas pelas comunidades virtuais de aprendizagem. Uma meta-ferramenta é uma especificação abstrata necessária para o instanciamento de uma ferramenta no ambiente de aprendizagem. As meta-ferramentas não representam um *toolkit* para o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem, pois não são porções de código reutilizáveis entre comunidades. Seu objetivo está na reutilização de projeto e não de código e, portanto, devem separar os aspectos genéricos dos específicos do desenvolvimento dessas ferramentas, o que, segundo [Gamma 1995], caracteriza as meta-ferramentas como um *framework*;
- **Estratégias de acompanhamento:** Cada mediador possui formas de avaliar e acompanhar as atividades desenvolvidas pelos aprendizes em diferentes comunidades. Essas formas de avaliação e acompanhamento podem ser vistas como estratégias de acompanhamento. Além disso, aprendizes podem definir estratégias para acompanhamento de suas atividades no ambiente, como por exemplo, uma notificação de prazo para entrega de trabalho. Do ponto de vista dos mediadores, essas estratégias de acompanhamento devem servir para identificar falhas no processo, além de motivar os participantes (ou a própria comunidade) a desenvolver as atividades planejadas.
- **Base de construções:** contem os artefatos produzidos (finalizados) por aprendizes em atividades individuais ou em grupo. O objetivo dessa base está na apresentação desses artefatos para outras comunidades (ou aprendizes de uma mesma comunidade) para avaliação e reutilização. Importantes reflexões podem ser extraídas a partir da apresentação de resultados e da reutilização desses artefatos que podem valorizar o processo de aprendizagem.
- **Processo de aprendizagem em execução:** refere-se ao componente responsável pela execução (interpretação) dos processos de aprendizagem definidos, a exemplo da arquitetura apresentada por [Reis 1998], coordenando as atividades estabelecidas, cumpridas e não cumpridas. Esse componente é decomposto em execução do processo e execução de estratégias de acompanhamento.
- **Interface:** mecanismo de interação com aprendizes, colaboradores e mediadores. A interface deve considerar, para cada aprendiz (ou participante do processo), os vários aspectos envolvidos com o conhecimento necessário e produzidos por um aprendiz. Considera-se aqui o aprendiz como o centro do processo e, dessa forma, deve-se organizar o conhecimento para que ele possa ser integrado, facilitando assim o desenvolvimento das atividades cognitivas de cada aprendiz dentro deste ambiente [Gava 2002].

- **Métricas de avaliação:** registra o conhecimento acerca dos resultados relacionados aos processos de aprendizagem (em execução e já executados) e a execução de estratégias de acompanhamento. O registro desse conhecimento torna possível a avaliação das diferentes formas de estruturação das etapas do processo de aprendizagem com o objetivo de provocar reflexões a respeito das abordagens utilizadas em uma ou mais comunidades.

Todos os componentes descritos foram definidos para fornecer os elementos necessários para a execução de um processo de aprendizagem considerando a (re) utilização de ferramentas, o compartilhamento do conhecimento, a integração entre os conhecimentos produzidos em diferentes comunidades, as atividades cooperativas, a interface adaptativa, o modelo do aprendiz (habilidades) e o modelo de estratégias de acompanhamento, além da coordenação e avaliação necessária na união desses elementos. A partir da arquitetura definida, apresenta-se a seguir, um cenário de uso, considerando os papéis de mediador, aprendiz e colaborador nesse cenário.

5. Um cenário de utilização da arquitetura proposta

O AmAm (Ambiente de Aprendizagem Multiparadigmático) tem sido concebido como um projeto baseado na arquitetura proposta na figura 1. A utilização de componentes e *framework* nessa arquitetura permite a construção de espaços de aprendizagem segundo diferentes abordagens e ferramentas pedagógicas. Exemplos de abordagens e ferramentas são encontradas em [Giraffa 1999] [Costa 1997].

No cenário do AmAm [Abi Harb et al. 2003], participam mediadores, aprendizes e colaboradores (em comunidades) na construção e utilização de estações de aprendizagem¹. Considera-se, como princípio básico para a construção desse cenário, que cada indivíduo possui uma maneira particular de estudar, ensinar e aprender, ou seja, cada um possui um perfil cognitivo [Gava 2002]. Infelizmente, no cenário tradicional de ensino [Vieira 2002], muitas vezes essas diferenças não são respeitadas e nem devidamente trabalhadas.

Para a concepção do AmAm, consideram-se as possibilidades de desenvolvimento de cursos segundo duas abordagens distintas: os cursos orientados a conteúdo e os cursos orientados a projeto. Num curso orientado a conteúdo, devem estar disponíveis materiais bibliográficos e ferramentas de suporte, permitindo interação de aprendizes, professores, monitores, especialistas e colaboradores para o esclarecimento de dúvidas, troca de opiniões, experiências e desenvolvimento de trabalhos. Por outro lado, na orientação a projetos [Tavares 2001] deve ser possível personalizar o ambiente de aprendizagem, de forma que se possa escolher, dentre um conjunto de ferramentas disponíveis, as mais adequadas para o desenvolvimento de cada projeto em particular, favorecendo a colaboração entre os diversos participantes. O resultado é a produção de artefatos que evidenciem a produção dos aprendizes.

Diante dessas possibilidades, a proposta do AmAm, permite que um mediador construa um espaço de aprendizagem para uma comunidade (turma ou grupo), selecionando as ferramentas apropriadas para sua utilização (configuração inicial do ambiente). Essa seleção é feita a partir das meta-ferramentas apresentadas na figura 1. Uma vez selecionadas as ferramentas, o sistema gera uma **estação raiz** e a torna disponível para os aprendizes. Após, um aprendiz pertencente àquela comunidade pode personalizar sua estação de aprendizagem (estação individual do aprendiz) acrescentando e configurando novas ferramentas.

Uma estação de aprendizagem é única por aprendiz e está organizada em páginas, que por sua vez, contem células. Cada célula na estação pode conter diferentes recursos para o aprendiz, como por exemplo: (1) jogos, simuladores, micromundos, sistemas tutores, tutoriais, assistentes, ferramentas para construção de mapas conceituais, entre outros softwares educativos; (2) ferramentas para facilitar a comunicação síncrona ou assíncrona; (3) ferramentas para auxiliar construção cooperativa (transferências de arquivo, edição cooperativa de textos, de figuras geométricas ou de imagens, etc); (4) ferramentas de uso geral, como tradutores e ferramentas de busca.

Adicionalmente, as células podem ser geradas pelo aprendiz com o objetivo de organizar sua estação de aprendizagem. Nesse caso, uma célula pode ter uma fórmula associada a ela e aplicável a

¹ *Uma estação de aprendizagem é o conjunto de recursos/ferramentas disponíveis para um participante durante o processo de aprendizagem*

outras células, como por exemplo: (1) uma fórmula que descreve (apresenta), as modificações em outras células nos últimos X dias; (2) uma fórmula que apresenta todas as ações desempenhadas por um outro aprendiz (esta ação pode ser importante no caso de atividades cooperativas); (3) uma fórmula para verificar palavras (tópicos) comuns a um conjunto de células; (4) uma fórmula para verificar a frequência de ocorrência de uma determinada palavra em outra célula; (5) uma célula pode ser clonada a partir de outra célula, com fins de reestruturação da sua fórmula.

A configuração de uma estação de aprendizagem pode ser “clonada” para outro aprendiz (tomando com base a estruturação da estação e não as informações existentes). Essa situação torna-se interessante quando um aprendiz se interessa pela organização elaborada por um outro aprendiz.

6. Resposta aos problemas encontrados

A partir da arquitetura proposta, é possível apresentar as seguintes considerações sobre os problemas apresentados na seção 3.

6.1. Abordagem centrada no aprendiz

A estruturação proposta no cenário do AmAm [Abi Harb et al. 2003], considera as particularidades de cada aprendiz em termos de suas escolhas quanto às ferramentas utilizadas e organização dessas ferramentas. A interface proposta permite a viabilização da integração dos conteúdos e das atividades executadas por um aprendiz, independentemente da comunidade que participa. A exemplo do ambiente AmCorA [Menezes 1999], o AmAm [Abi Harb et al., 2003] trabalha apenas com comunidades e subcomunidades, que também podem ser subdivididas, não rotulando pessoas, cursos e turmas, como acontece com outros ambientes, como por exemplo, o E-Proinfo [Gava 2002]. Dessa forma, e através da base de artefatos compartilhados, evita-se o isolamento de disciplinas e o isolamento entre as diferentes etapas da aprendizagem [Gava 2002].

6.2. Facilidades para promover a aprendizagem cooperativa

Os seguintes recursos podem ser utilizados nas ferramentas que se propõem a apoiar a cooperação:

- *disparidade entre ação e benefício*: a conjugação de diferentes ferramentas em uma interface integrada possibilita utilizar ferramentas de discussão em paralelo às de construção. Dessa forma, os aprendizes podem descrever suas ações e discuti-las com outros aprendizes;
- *falhas na intuição*: com os recursos de “fórmulas sobre células” torna-se possível disponibilizar para um aprendiz, mecanismos para acompanhar a evolução de sua comunidade (pode, por exemplo, solicitar, através de fórmula, todas as inclusões realizadas pelo seu grupo durante os últimos três (3) dias);
- *tempo de exposição desigual*: os sistemas de reuniões assíncronas podem reduzir esses problemas uma vez que não existem barreiras de interrupção, tornando mais fácil a participação. Além disso, o fornecimento de mecanismos inteligentes que demonstrem os níveis de participação de cada aprendiz para os mediadores, pode auxiliar nesse aspecto;
- *bloqueio de produção*: Esses problemas podem ser reduzidos com reuniões assíncronas, onde as idéias são registradas tão logo forem pensadas [Chaffey 1998 apud Togneri 2002] ;
- *receio de possíveis avaliações*: Algumas ferramentas podem ser configuradas para manter o anonimato em encontros remotos, como é o caso do ambiente Moonline [Gava 2001];
- *inércia cognitiva*: pode ser minimizada através de estratégias que reduzam a sobrecarga dos mediadores, de forma que estes possam acompanhar mais atentamente a evolução da aprendizagem.

Essa proposta não trata diretamente os problemas do *dilema do prisioneiro e da massa crítica, falta de apoio às exceções e nuances nas interações humanas, e dificuldade de avaliação*.

6.3. Apoio às atividades de mediação

Para atender o dinamismo necessário na execução das estratégias de acompanhamento, propõe-se utilizar a solução do MEDIADOR [Brito et al. 2002]. O MEDIADOR propõe acrescentar uma camada inteligente sobre o ambiente de aprendizagem, responsável pela execução das estratégias de acompanhamento. Atualmente, o projeto MEDIADOR trata da especificação, execução e a evolução de estratégias de acompanhamento, considerando o dinamismo das atividades de mediação (realizadas pelos professores) e das atividades de construção (realizadas pelos aprendizes). A execução dessas estratégias deve reduzir significativamente a sobrecarga de trabalho dos mediadores com tarefas repetitivas, além de incorporar características pró-ativas ao ambiente de aprendizagem, tornando-o mais interessante e atrativo ao aprendiz. Entre essas características pró-ativas, encontram-se: notificações e avisos personalizados de acordo com as atividades desempenhadas pelo aprendiz e com as estratégias de acompanhamento definidas pelos mediadores. A evolução das estratégias deve permitir a adaptação do modelo a partir de diferentes comportamentos do aprendiz, evitando a repetição de ações e mantendo uma margem de aceitabilidade de modificação. Assim, a estratégia deve evoluir sem, no entanto, corromper a abordagem pedagógica utilizada pelo professor mediador, que é o responsável pela definição da estratégia básica, que serve como ponto de partida para o sistema.

6.4. Quanto a reusabilidade de componentes/aplicações

Uma vez que um grande número de Ambientes Interativos de Aprendizagem desenvolvidos não têm tido a preocupação de reutilização de módulos de *software* já implementados, o esforço de desenvolvimento tem apresentado um custo maior (investimento e tempo) do que se eles tivessem sido feitos aproveitando o desenvolvimento de módulos prontos ou semiprontos (testados, validados e customizáveis) por outras equipes ou pela mesma equipe. A utilização de componentes, agentes e *framework* possibilitam o reuso da análise, do projeto e de código, reduzindo o tempo de disponibilização de aplicações, facilidade de manutenção, reuso de testes, padronização, reaproveitamento de experiência. De modo geral, a atenção dos desenvolvedores volta-se apenas para as especificidades de cada aplicação.

7. Considerações finais

O desenvolvimento baseado em componentes, *framework* e agentes acrescenta uma complexidade adicional ao desenvolvimento do AmAm, segundo a arquitetura proposta. Entretanto, os benefícios de se adotar metodologias com foco na reutilização de projetos (em oposição à reutilização de código) e na integração do conhecimento podem ser observados tanto do ponto de vista dos desenvolvedores quanto do ponto de vista de aprendizes e mediadores. Atualmente, o AmAm está sendo desenvolvido, incrementalmente, com metodologias baseadas em agentes e componentes, através de projetos de dissertação de mestrado e teses de doutorado.

Referências

- Abi Harb, M. P. A., Brito, S. R., Silva, A. S., Favero, E. L., Tavares, O. L., Francês, C. R. L. “AmAm: ambiente de aprendizagem multiparadigmático”. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 14., 2003, Rio de Janeiro – RJ, Anais... Rio de Janeiro: UFRJ, 2003.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., Krathwohl, D. R. “Taxionomia dos objetivos educacionais”. Porto Alegre: Globo, 1974.
- Brito, S. R., Tavares, O. L., Menezes, C. S. “MEDIADOR: Um ambiente para aprendizagem orientada a projetos com suporte inteligente à mediação”. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 13., 2002, São Leopoldo–RS, Anais... São Leopoldo: UNISINOS, 2002, p. 116-124.
- Costa, E. B. Um Ambiente Interativo de Aprendizagem Baseado numa Arquitetura Multiagente. 1997. 143p. Tese (Doutorado em Processamento da Informação) – CPGEE/UFPB.
- Ellis, C. A., Gibbs, S. J., Rein, G. L. “Groupware: some issues and experiences”. Communications of the ACM, New York, v. 34, n. 1, p. 38-58, jan. 1991.
- Favero, E. L., Silva, A. S., Brito, S. R., Hernández-Domínguez, A.; Tavares, O. L. “AmAm: Ambiente de Aprendizagem Multiparadigmático”. <http://www.deec.ufpa.br/gped/publicacoes.htm>.

- Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., Vlissides, J. M. . “Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software”. New York: Addison-Wesley Publishing Co., 1995.
- Gava, T. B. S., Menezes, C. S. “Moonline: um ambiente de aprendizagem cooperativa baseado na Web para apoio às atividades extraclasse”. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO. 12., 2001, Vitória.
- Gava, T. B. S. “Um *Framework* para Organização e Integração de Conhecimento em Ambientes Virtuais de Aprendizagem”. Exame de qualificação. Universidade Federal do Espírito-Santo. 2002.
- Giraffa, L. M. M. “Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais”. 1999. 177 p. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) CPGCC/UFRGS, Porto Alegre.
- Grudin, J. “Groupware and social dynamics: eight challenges for developers”. Communications of the ACM. New York, v. 37, n. 1, p. 92-105, jan. 1994. <http://www.acm.org/pubs/contents/journals/cacm/1994-37/#1>. Acesso em: 12 mar. 2001.
- Khoshafian, S., Buckiewicz, M. “Introduction to groupware, workflow and workgroup computing”. New York: John Wiley, 1995.
- Lévy, P. “As Tecnologias da Inteligência”. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.
- Lucena, C., Fuks, H. A Educação na Era da Internet. Rio de Janeiro: Clube do futuro, 2000.
- Maçada, D. L., Tijiboy, A. V. “Aprendizagem cooperativa em ambientes telemáticos”. In: CONGRESSO IBERO AMERICANO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 4., 1998, Brasília. Anais Eletrônicos...<http://www.pgie.ufrgs.br/webfolioead/publicacoes.html>. Acesso em: 12 jan. 2001.
- Menezes, C. S., Cury, D., Campos, G. H. B, Castro Jr., A. N., Tavares, O. L. “AmCorA – Um Ambiente Cooperativo para a Aprendizagem Construtivista Utilizando a Internet”. Projeto de Pesquisa: DI/CT/UFES, 1999.
- Pessoa, J. M., Netto, H. V., Menezes, C. S. “FAMCorA: um *framework* para a construção de ambientes cooperativos inteligentes de apoio a aprendizagem na Internet baseado em web services e agentes”. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 13., 2002, São Leopoldo–RS, Anais... São Leopoldo: UNISINOS, 2002, p.94-103.
- Reis, R. Q. Uma Proposta de Suporte ao Desenvolvimento Cooperativo de Software no Ambiente PROSOFT. 1998. 177 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Programa de Pós-Graduação em Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Smyser, B. M. “Active and Cooperative Learning”. 1993. <http://www.wpi.edu/Academics/CEDTA/ISG501/coop.html>. Acesso em 11 mar 1999.
- Tavares, O. L., Brito, S. R., Souza, R. S., Menezes, C. S. “Ambiente de apoio à mediação de aprendizagem: Uma abordagem orientada por processos e projetos”. Revista de Informática na Educação, set., 2001-pag 77-87.
- Togneri, D. F., Falbo, R. A., Menezes, C. S. “Supporting Cooperative Requirements Engineering with an Automated Tool”. In: Workshop on Requirements Engineering, 5., 2002, Valência – Espanha. Anais... Valência: CYTED, 2002.
- Vieira, A. T. Entendendo a escola como organização. In: Formação de Gestores Escolares. 1. ed. Takano Editora e Gráfica, 2002.