

5 Estudos de Caso

Neste capítulo são analisados estudos de caso visando avaliar a abordagem proposta nesta tese. É descrita a instanciação da solução proposta para o desenvolvimento do AulaNet, apresentando a evolução da arquitetura do ambiente e dos serviços Conferências e Debate. Além disto, para prover indícios da aplicabilidade da solução em outras situações e problemas, são discutidos opiniões de especialistas, a utilização por não-especialistas e o mapeamento do ambiente TelEduc.

5.1. Estudos de Caso no Ambiente AulaNet

O AulaNet iniciou-se como uma ferramenta para apoiar um curso a distância pela web e evoluiu para um ambiente de ensino-aprendizagem para vários cursos. Sua primeira versão foi desenvolvida utilizando a linguagem Lua [Ierusalimschy et al., 1996]. No ano de 1998 iniciou-se a parceria entre a PUC-Rio e a empresa EduWeb para a distribuição e customização do ambiente, e o AulaNet 1.2 foi lançado para o mercado [Lucena et al., 1998].

Em 1999, percebendo uma desestruturação e limitações do código da aplicação, que evoluiu muito rapidamente, resolveu-se re-implementar o AulaNet. Decidiu-se utilizar a linguagem de programação Java, de modo a melhorar a integração com o mercado de desenvolvedores e aproveitar a robustez, portabilidade e recursos da plataforma. A versão 2.0 do AulaNet foi lançada em Dezembro de 2001.

A versão 2.0 do AulaNet foi desenvolvida em uma arquitetura cliente-servidor na web com a tecnologia Scriba [Blois et al., 1999], que através de um *servlet* intermedeia a comunicação do cliente com o servidor. O Scriba oferece uma linguagem própria de script que é embutida nos arquivos HTML. Esta linguagem possibilita, entre outras facilidades, acesso a banco de dados, definição

de variáveis para armazenamento temporário de dados e chamadas a classes implementadas em Java. As classes agrupam as funções mais complexas e específicas da aplicação. A Figura 5.1 ilustra a arquitetura do AulaNet 2.0.

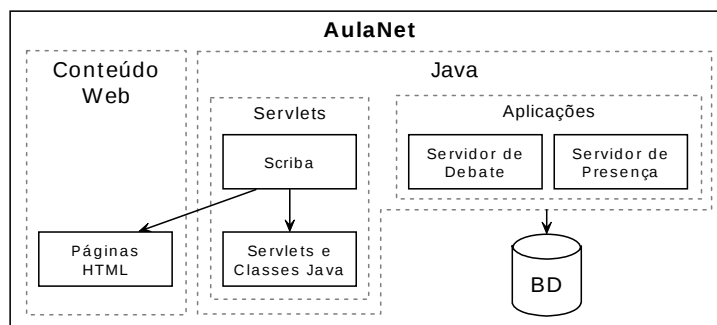


Figura 5.1. Arquitetura do AulaNet 2.0

Quando o Scriba foi desenvolvido, a Sun Microsystems ainda não havia disponibilizado a tecnologia Java Server Pages (JSP), que possui o mesmo propósito do Scriba. O Scriba foi criado especialmente para servir de base para o ambiente AulaNet. O uso de tecnologias caseiras, como o Scriba, para resolver problemas já bem resolvidos por outras tecnologias, dificulta a evolução do ambiente. Cada novo integrante da equipe de desenvolvimento do LES ou da EduWeb necessita aprender a tecnologia. Passa a ser necessário também estender a linguagem para acompanhar os avanços e promover a interoperabilidade do ambiente. A linguagem passou a ser um ponto a mais para documentar e manter.

Outro problema relacionado à utilização do Scriba é a disseminação de código por arquivos HTML e classes Java. Na arquitetura atual do AulaNet os arquivos HTML contêm comandos Scriba, que geram dinamicamente as páginas, recorrendo a classes implementadas em Java para as funções mais complexas. Esta disseminação de código entre as diferentes linguagens e arquivos dificulta a manutenção do ambiente.

Classes Java implementam funcionalidades específicas de cada página. Apesar de implementadas em uma linguagem orientada a objetos, estas classes comportam-se como biblioteca de funções, assemelhando-se ao paradigma de programação procedural [Cousineau & Mauny, 1998], com pouco reuso. O acesso aos dados do sistema é espalhado pelo código, de modo que quando ocorre alguma alteração no banco de dados é necessário buscar e atualizar todas as classes e arquivos.

Sob a coordenação dos professores Carlos José Pereira de Lucena e Hugo Fuks, o AulaNet vem sendo desenvolvido por prototipação, por alunos do doutorado, mestrado e graduação da PUC-Rio que, além de mantê-lo, usam-no em suas teses, dissertações e monografias, implementando e testando os conceitos de seus trabalhos. O AulaNet cresceu e suas funcionalidades foram implementadas na medida da necessidade. Mais de 20 alunos atuaram diretamente no desenvolvimento do AulaNet, em períodos distintos. A rotatividade de desenvolvedores e de enfoques levou a um código despadronizado.

Por estes diversos fatores, tornou-se custoso realizar alterações no AulaNet, desenvolver novos serviços e evoluir os existentes. Além disto, vem sendo custosa a integração de novos membros à equipe de desenvolvimento.

5.1.1. O AulaNet 3.0

A nova versão do AulaNet está sendo completamente reescrita, utilizando a abordagem proposta nesta tese. São utilizados componentes concebidos com base no modelo 3C e que encapsulam um conjunto coeso de dados e funções. Os *component frameworks* encapsulam e oferecem serviços de baixo nível, dando suporte ao desenvolvimento e manutenção de groupware. Nesta seção são discutidos alguns requisitos da nova versão do ambiente com relação à abordagem proposta e à arquitetura utilizada. Os requisitos foram consolidados e discutidos em reuniões das equipes de desenvolvedores do grupo AulaNet da PUC-Rio e da EduWeb. Foram realizadas 15 reuniões de Janeiro a Junho de 2005. Os requisitos têm origem na experiência de 8 anos de desenvolvimento do AulaNet e nas demandas do meio corporativo atendido pela EduWeb.

Um exemplo de demanda recorrente no meio empresarial é a adaptação da estrutura hierárquica e de papéis para cada empresa e instituição. A versão 2.0 do AulaNet possui uma organização fixa baseada em Instituições e Departamentos, com os seguintes papéis: administrador, coordenador, docente co-autor, mediador e aprendiz. Entretanto, na prática, as instituições possuem diferentes níveis de administração, como departamentos, unidades, filiais, regiões, instituições, núcleos, etc. e papéis com funcionalidades específicas, como chefe de

departamento, diretor, coordenador, consultor, gerente, etc. Os cursos também são agrupados de diferentes maneiras: currículos, itinerários, grades, disciplinas, etc. e em cada curso há papéis específicos, como por exemplo, monitor, assistente, ouvinte, supervisor, conteudista, mentor, auditor, etc. A utilização de componentes para gerenciar papéis, grupos hierárquicos e cursos favorece a flexibilização destas estruturas. No entanto, para suavizar a transição e possibilitar a comparação do AulaNet 2.0 com o 3.0, decidiu-se implementar componentes que de início capturem as mesmas funções disponibilizadas na versão 2.0 do ambiente, já prevendo sua posterior substituição por componentes mais robustos que atendam às extensões dos requisitos. Os componentes 3C de coordenação GroupMgr, RoleMgr e PermissionMgr endereçam estes requisitos.

Outra flexibilidade requerida pelas instituições é na definição das informações sobre participantes e cursos. Cada instituição tem necessidades específicas de informações com relação a estas entidades, como por exemplo, nome, endereço, telefone, idade, sexo, foto, etc. para participante; e carga horária, custo, fornecedor, ramo de aplicação, cronograma, etc. para curso. As informações necessárias dependem do escopo do ambiente e da política vigente na instituição. A adoção de componentes para gerenciar estas entidades favorece a customização das informações necessárias. Os componentes 3C de coordenação GroupMgr e ParticipantMgr provêm estas funcionalidades. O componente GroupMgr é utilizado para implementar os cursos do ambiente, que são tratados como grupos de participantes associados a serviços colaborativos.

Na solução adotada, para aumentar a modularidade dos serviços do ambiente e reusar a infra-estrutura de execução, também são tratados como componentes os serviços administrativos (matricular aprendizes, gerenciar turmas, configurar o ambiente, etc.), os serviços para os visitantes (FAQ, contato com administrador, notificação de erro, listagem de cursos, etc.) e os serviços para participantes (criar curso, matricular, configurar perfil, etc.). As quatro famílias de serviços do AulaNet são ilustradas na Figura 5.2. Os serviços colaborativos são utilizados pelos docentes e aprendizes para dar suporte às atividades de aprendizagem colaborativa; os serviços administrativos são utilizados pelo administrador do sistema para gerenciar e configurar as funcionalidades e dados do servidor; os serviços de participantes são utilizados pelos usuários

autenticados; e os serviços de visitantes são disponibilizados para os usuários não autenticados. O AulaNet provê um conjunto padrão de serviços adaptável para cada servidor, de modo que cada instituição seleciona um conjunto de serviços específicos para suas necessidades.



Figura 5.2. Serviços de colaboração, administrativos, para participantes e para visitantes do ambiente AulaNet

A classificação do serviço é feita na sua implantação (*deployment*) no Service Component Framework. Os serviços de administração, de visitantes e de participantes utilizam a infra-estrutura de execução provida pelos *component frameworks* e componentes 3C. Por exemplo, o serviço Contato com Administrador, que é disponibilizado para os visitantes, utiliza componentes de comunicação para o envio e recebimento de mensagens (MessageMgr, DiscreteChannelMgr), componentes de coordenação para o controle de papéis e permissões (RoleMgr e PermissionMgr) e componentes de cooperação para registro e busca (CooperationObjMgr e SearchMgr). Mesmo serviços que não pressuponham interações diretas entre participantes utilizam componentes 3C, como o RoleMgr, PermissionMgr, CooperationObjMgr, entre outros.

A utilização de componentes e *component frameworks* também possibilita que um serviço colaborativo seja utilizado em um contexto que não seja o do

curso. Por exemplo, o serviço Conferências pode ser utilizado no menu de participantes, para que todos usuários do ambiente discutam assuntos gerais. O *component framework* também possibilita a instalação de um mesmo serviço mais de uma vez, com nomes e identificadores diferentes.

Com a estrutura de grupos que agregam serviços e participantes, pode ser oferecido suporte à colaboração nos diversos níveis organizacionais da instituição, como por exemplo, membros da diretoria, das coordenações de curso, do conselho acadêmico, etc. Também é possível oferecer suporte específico para subgrupos, como mediadores de uma turma, aprendizes que realizam uma tarefa colaborativa, co-autores de um curso, entre outros. Por alterarem a funcionalidade e a organização do AulaNet 2.0 do ponto de vista do usuário, estas características serão implantadas em futuras versões do ambiente.

As instituições que utilizam o ambiente possuem necessidades específicas de interface com o usuário. A estruturação em camadas da nova arquitetura do AulaNet possibilita utilizar interfaces distintas para as instituições, reusando a lógica do suporte à colaboração. Está prevista para a nova versão do ambiente a utilização de pacotes de elementos de interface com o usuário (*skins*) que alteram a apresentação como um todo. A separação em camadas também possibilita utilizar tecnologias de interfaces rica (RIA – *Rich Internet Application*) quando houver recursos computacionais e de transmissão de dados apropriados.

A separação em camadas também favorece a utilização de dispositivos móveis, como PDAs e celulares, provendo um maior suporte ao desenvolvimento do AulaNetM [Filippo et al., 2005]. Quando é necessário executar código Java no lado cliente, são utilizados web services que disponibilizam os serviços da fachada da camada de negócio da aplicação.

Os *component frameworks* utilizados encapsulam várias funcionalidades de baixo nível que implementam necessidades estabelecidas para a versão 3.0 do AulaNet. Por exemplo, passou-se a utilizar sessão para registrar dados temporários do usuário e aproveitar o mecanismo de autenticação oferecido pelo container, que melhora sensivelmente a segurança do sistema, possibilitando o controle de permissões por página. São utilizadas também transações, de modo a evitar a inconsistência de dados. A infra-estrutura disponibiliza também recursos

para gerar logs de ações no ambiente, de modo a possibilitar a auditoria e a volta a estágios anteriores; e a importação e exportação de dados.

Para facilitar a manipulação dos serviços pelo administrador do ambiente, cada serviço é empacotado em um arquivo compactado e, para ser instalado, é copiado a um determinado diretório. O administrador instala, atualiza ou remove serviços, incluindo, substituindo e excluindo arquivos. O administrador dispõe de um serviço chamado Gerenciador de Serviços, onde o nome, a versão e a data da última utilização dos serviços são apresentados e ativa-se e desativa-se serviços, possibilitando experimentar diversas configurações. As customizações dos componentes são feitas nos descritores dos serviços, que são editáveis em qualquer editor de texto. Ao ser inicializado, o *component framework* lê os dados do sistema de arquivos e detecta mudanças no conjunto de componentes e instala, atualiza ou remove os serviços correspondentes. O *component framework* também verifica eventuais dependências de componentes e versões.

A padronização dos conectores e interfaces entre os serviços e o *component framework* possibilita o desenvolvimento de novos serviços, mesmo sem conhecer a implementação interna do AulaNet. Instituições podem desenvolver novos serviços ou integrar serviços já existentes ao ambiente, direcionando seus esforços para o desenvolvimento do apoio educacional, como laboratórios e simuladores, deixando para o AulaNet o suporte ao gerenciamento de cursos e participantes.

5.1.2.

A Arquitetura do AulaNet 3.0

A Figura 5.3 ilustra a arquitetura apresentada no capítulo anterior instanciada para o ambiente AulaNet. A aplicação trata a parte específica do domínio e a integração entre os serviços escolhidos. São tratados, por exemplo, os cursos e o mapeamento das turmas para os grupos de colaboração. Os serviços do ambiente são plugados no Service Component Framework e utilizam os componentes 3C presentes no Collaboration Component Framework.

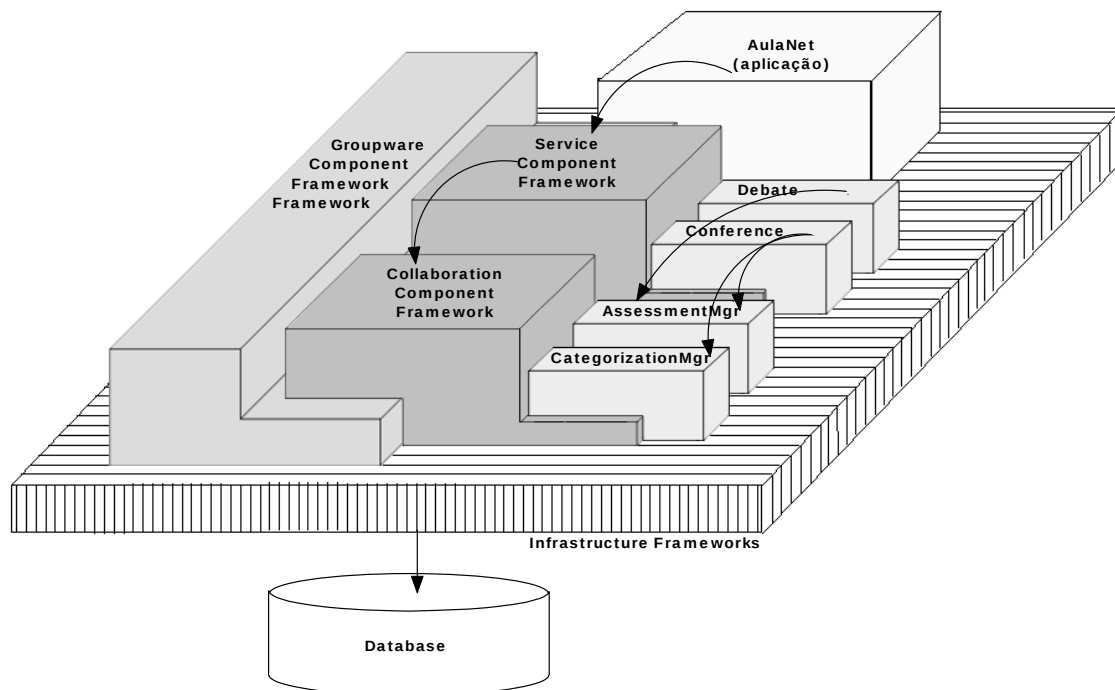


Figura 5.3. Arquitetura instanciada para o ambiente AulaNet (a título de clareza, somente alguns serviços e componentes são apresentados)

Na próxima seção são analisados estudos de caso utilizando a instanciação do AulaNet para apresentar alguns dos conceitos discutidos nesta tese em cenários reais e fictícios de utilização.

5.1.3. Composição no AulaNet 3.0

A solução proposta nesta tese foi utilizada para implementar a nova versão do AulaNet. O mapeamento dos serviços de comunicação do ambiente para os componentes 3C está apresentado na Tabela 5.1.

COMPONENTE 3C	SERVIÇO					
	Confêrencias	Correio para Turma	Correio para Participante	Bate-Papo	Debate	Mensageiro
COMUNICAÇÃO						
MessageMgr	X	X	X	X	X	X
TextualMediaMgr					X	
VideoMediaMgr						
AudioMediaMgr						
PictorialMediaMgr						
DiscreteChannelMgr	X	X	X	X	X	X
ContinuousChannelMgr						
MetaInformationMgr						
CategorizationMgr	X	X				
DialogStructureMgr	X		X			
ConversationPathsMgr						
CommitmentMgr						
COORDENAÇÃO						
AssessmentMgr	X	X		X	X	
RoleMgr	X	X	X	X	X	X
PermissionMgr	X	X	X	X	X	X
ParticipantMgr	X	X	X	X	X	X
GroupMgr						
SessionMgr	X	X		X	X	
FloorControlMgr					X	
TaskMgr						
AwarenessMgr	X	X	X	X	X	X
CompetencyMgr	X	X			X	
AvailabilityMgr						
NotificationMgr	X	X				
COOPERAÇÃO						
CooperationObjMgr	X	X	X	X	X	
SearchMgr	X					
VersionMgr						
StatisticalAnalysisMgr	X					
RankingMgr						
RecommendationMgr						
ActionLogMgr	X	X	X	X	X	X
AccessRegistrationMgr	X	X	X			
TrashBinMgr						

Tabela 5.1. Mapeamento dos serviços de comunicação aos componentes 3C

Para avaliar a utilização da abordagem proposta no desenvolvimento de groupware, é ilustrada a montagem, adaptação, substituição, reuso e extensão da solução, enfocando o suporte computacional à colaboração. É abordada a instanciação do AulaNet a partir dos serviços, e a instanciação destes a partir dos componentes 3C. O curso TIAE, apresentado no Capítulo 3, é utilizado como um cenário real, de onde são mapeadas as necessidades de colaboração para arranjos de componentes.

A dinâmica do curso TIAE, apresentada no Capítulo 3 e na Figura 5.4, prevê as seguintes atividades: apresentação, estudo individual dos conteúdos do curso, argumentação e alinhamento de idéias sobre os tópicos semanais, produção colaborativa de conteúdo multimídia interativo, revisão dos conteúdos em pares,

submissão dos conteúdos e esclarecimento de dúvidas. Ao projetar o suporte computacional à colaboração no curso, são selecionados serviços para cada uma das atividades.

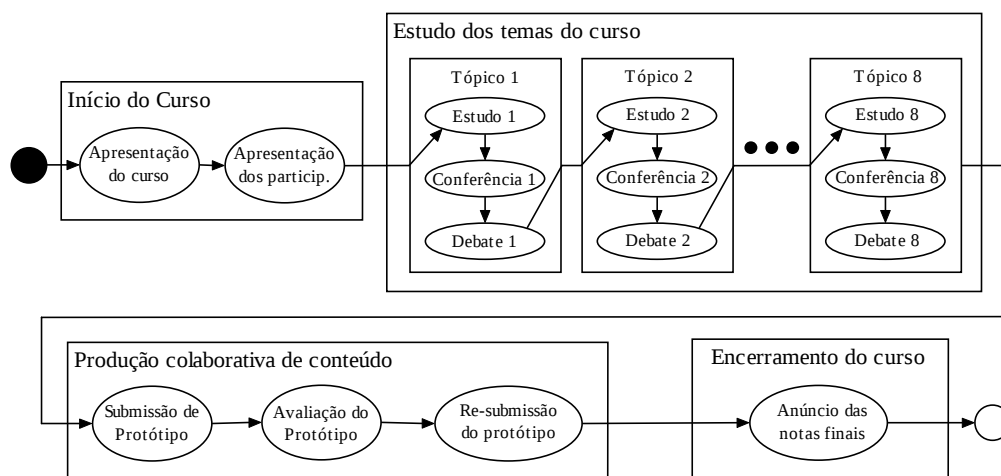


Figura 5.4. Fluxo de atividades no curso TIAE

A Tabela 5.2 apresenta o mapeamento entre as atividades e os serviços selecionados. Para a apresentação dos aprendizes é utilizado o serviço Correio para Turma. Este serviço registra e dispara a mensagem de apresentação para a caixa de correio eletrônico de cada participante, o que é importante para alertar os aprendizes de que o curso começou, já que esta é a primeira atividade. Para o estudo individual dos tópicos do curso são disponibilizados conteúdos através dos serviços Aulas, Bibliografia e Webliografia. A discussão sobre estes conteúdos é dividida em duas etapas: argumentação nas Conferências e alinhamento de idéias no Debate, de modo a aproveitar a reflexão e o aprofundamento propiciados pelo primeiro e a velocidade de interação propiciada pelo segundo. Para a produção do conteúdo educacional multimídia não é disponibilizado nenhum serviço do AulaNet, possibilitando aos aprendizes utilizarem os ambientes de autoria com os quais já estejam habituados a lidar. Para a revisão em pares, é utilizado o serviço Conferências, pois deseja-se valorizar a argumentação e o aprofundamento da discussão. O serviço Tarefas oferece as funcionalidades necessárias para gerenciar as submissões dos conteúdos pelos aprendizes. Para dúvidas, são disponibilizados os serviços Correio para Participante, que propicia um canal particular com os mediadores do curso, e Correio para Turma, que é aberto para toda a turma. Este serviço também é utilizado para o anúncio dos resultados finais do curso. O modelo 3C guia a seleção e busca do serviço a ser utilizado para oferecer suporte

computacional à dinâmica estabelecida para a colaboração. A partir da seleção de serviços, o groupware é construído utilizando os componentes correspondentes¹⁹.

Atividade	Serviço
Apresentação	Correio para Turma (comunicação)
Estudo Individual	Aulas, Bibliografia e Webliografia (cooperação)
Argumentação	Conferências (comunicação)
Alinhamento de Idéias	Debate (comunicação)
Produção de conteúdo	-
Revisão em pares	Conferências (comunicação)
Submissão de conteúdo	Tarefas (coordenação)
Dúvidas	Correio para Participante e para Turma (comunicação)
Anúncio do Resultado Final	Correio para Turma (comunicação)

Tabela 5.2. Serviços do AulaNet utilizados no curso TIAE

A partir da realimentação obtida com o uso dos serviços, iterativamente ajusta-se o suporte computacional à colaboração. Caso haja alteração na dinâmica do curso, recompõe-se o ambiente acrescentando, substituindo ou retirando serviços. Por exemplo, se o coordenador julgar que é necessário avaliar o conhecimento sobre o tópico semanal através de testes, pode alterar a dinâmica do curso para incluir esta atividade, conforme ilustrado no fluxo da Figura 5.5. Sendo a atividade de avaliação uma atividade de coordenação, é buscado nos serviços de coordenação um serviço que ofereça suporte computacional a esta atividade. No caso do AulaNet pode ser utilizado o serviço Exames, que possibilita a criação de questionários, com questões de múltipla escolha, verdadeiro ou falso, discursiva, etc. classificadas de acordo com a taxionomia de Bloom [1956]. O novo serviço é incorporado ao ambiente e passa a ser utilizado no curso. Se o serviço não atender, são buscados, no próprio kit ou em outros repositórios, componentes que implementem questionários ou outras formas de avaliação.

¹⁹ Como o AulaNet oferece suporte a mais de um curso, não é viável possibilitar que cada coordenador instale ou remova serviços do ambiente, pois isto iria atingir todos os cursos hospedados. Por isto, é oferecida ao coordenador do curso a capacidade de seleção e ativação dos serviços no contexto de seu curso. Os serviços disponíveis são aqueles instalados pelo administrador, que monta um ambiente de acordo com as necessidades da instituição.

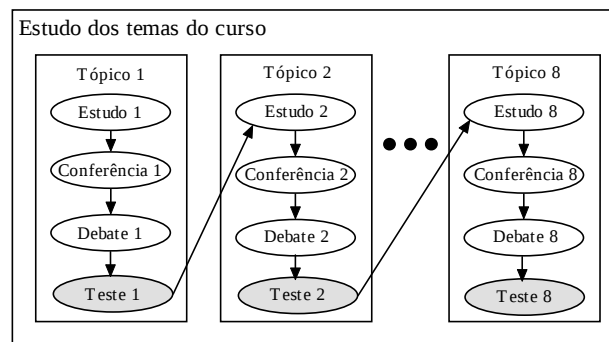


Figura 5.5. Alteração no fluxo de atividades no curso TIAE para incluir uma avaliação

Além da inclusão de novos serviços, a realimentação obtida com a utilização do ambiente pode levar à substituição de serviços existentes. Por exemplo, se os coordenadores do TIAE julgarem que os aprendizes estão tendo dificuldades com o serviço Debate, podem substituí-lo pelo Bate-Papo, que apresenta uma interface mais simples e com menos funcionalidades, conforme pode ser observado na Figura 5.6. Também pode iniciar com o serviço mais simples e quando os aprendizes se ambientarem, substituí-lo pelo mais robusto. Um problema desta substituição é que as sessões, avaliações, participações, etc. ainda ficam registradas para o serviço anterior. Se os serviços forem compatíveis utiliza-se o recurso de importação/exportação do ambiente para transferir os dados.

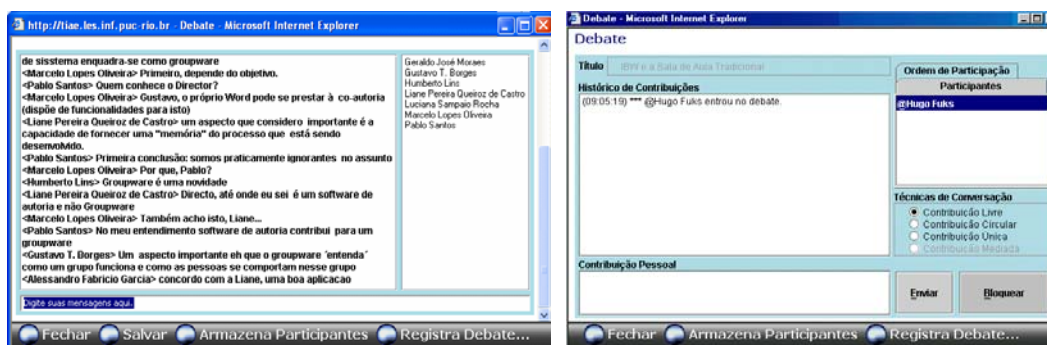


Figura 5.6. Serviços Bate-Papo e Debate

Algumas modificações são resolvidas com customizações nos serviços, não necessitando de sua troca. Por exemplo, para habilitar a possibilidade de desativação da Conferência, basta alterar a propriedade correspondente no arquivo descritor do componente, que é apresentado na Figura 5.7. Dependendo da dinâmica estabelecida para o uso do serviço pode-se ajustá-lo, configurando suas funcionalidades.

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
- <service>
  <!-- Service Descriptor: Information for the Component Framework -->
- <service-descriptor>
  <!-- The component Id is the folder name -->
  <service-name>Conferências</service-name>
  <service-description>Fórum de discussão assíncrono.</service-description>
  <service-type>Asynchronous</service-type>
  <!-- Service View -->
  <service-participation-URL>/aulanet3/loadConference.do</service-participation-URL>
  <service-configuration-URL />
  <!-- Service Model -->
  <ServiceMgrClass>services.conference.model.ConferenceMgr</ServiceMgrClass>
  <ServiceInstanceClass>services.conference.model.ConferenceInstance</ServiceInstanceClass>
</service-descriptor>
  <!-- Component specific configuration -->
- <specific-configuration>
    <allowDesactivation>true</allowDesactivation>
  </specific-configuration>
  <!-- Collaboration Components Used -->
- <collaboration-components>
    <collabComponent id="collabcomponent.coop.cooperationObjMgr" />
  </collaboration-components>
  <!-- Categories -->
  <categories>
    <Category>
      <name>Seminário</name>
      <description>O seminarista da semana escreve uma mensagem que agrega valor sobre os conteúdos do tema da semana. [raiz]</description>
    </Category>
    <Category>
      <name>Arquitetura</name>
    </Category>
  </categories>
</service>

```

Figura 5.7. Trecho do arquivo descritor das Conferências

Encapsular os serviços na forma de componentes também possibilita repetir a instalação de um mesmo serviço com configurações e características diferentes para atender a tarefas distintas. Por exemplo, para o curso TIAE o serviço Conferências pode ser duplicado (duplicando o arquivo correspondente na estrutura de diretórios), já que as Conferências são utilizadas para a argumentação sobre os temas semanais e para a avaliação em pares. Cada instalação é nomeada e configurada de forma específica. As sessões de cada atividade são separadas, possibilitando uma maior adequação dos relatórios e estatísticas, precisão nas buscas e adoção de categorias, papéis, permissões e critérios de avaliação diferentes.

Os cenários abordados ilustram que manipulando arquivos no sistema operacional ou alterando propriedades em arquivos textuais é possível alterar a configuração e o suporte à colaboração do ambiente. Caso o ambiente não ofereça um determinado serviço é possível estendê-lo incorporando o novo serviço, sem desestruturar os demais.

Para encapsular uma ferramenta que não foi originalmente desenvolvida para o ambiente, é necessário criar um empacotamento que possibilite instalá-la. É necessário criar o arquivo descritor, os scripts e a estrutura de diretórios definidos no modelo de componentes do AulaNet. Por exemplo, a Figura 5.8 ilustra a

utilização da ferramenta externa de montagem de calendário tCalDate²⁰, que foi encapsulada para operar a partir do ambiente AulaNet. Como esta ferramenta não mantém uma base paralela de usuários e grupos, não foi necessário adaptar seu código fonte para operar com a base de usuários do AulaNet, tendo sido apenas necessário criar o empacotamento e o descritor. A despadronização visual e a eventual necessidade de adaptação do código fonte da ferramenta, que nem sempre está disponível, são alguns dos problemas enfrentados na adaptação de ferramentas externas.

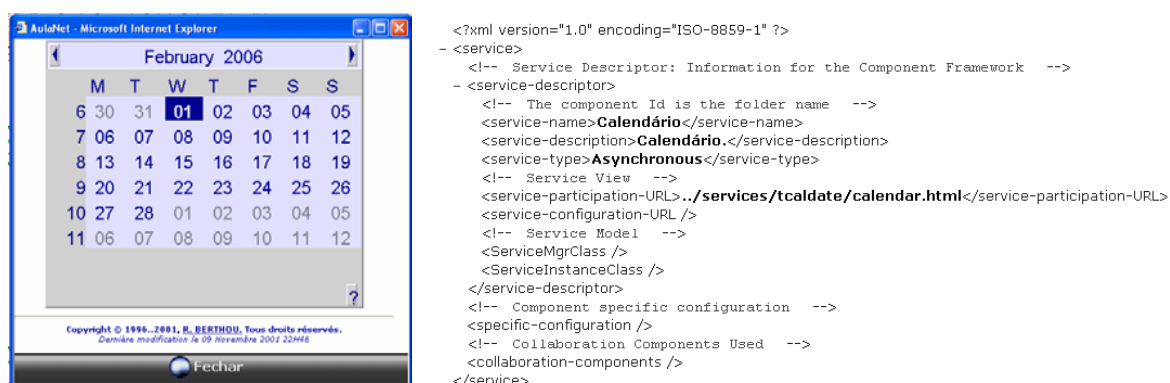


Figura 5.8. Adaptação de um serviço não desenvolvido originalmente para o AulaNet

Nas próximas duas subseções são ilustradas a componentização dos serviços Conferências e Debate ilustrando como a utilização de componentes 3C oferece suporte à montagem e à evolução dos serviços, e propicia o reuso. São enfocados os serviços de comunicação Conferências e Debate, que são os serviços para os quais foram direcionados mais tempo de pesquisa e de desenvolvimento no AulaNet. Mesmo sendo serviços de comunicação, possuem diversas funcionalidades de comunicação, coordenação e cooperação. Os diversos serviços compartilham funcionalidades dos três Cs.

5.1.4. Composição do serviço Conferências

O suporte à colaboração de um serviço evolui com o tempo. A Figura 5.9 apresenta a incorporação de novas funcionalidades ao longo do tempo no serviço Conferências. Na versão 2.0 do AulaNet, as funcionalidades foram desenvolvidas por diversos pesquisadores e grande parte delas foi replicada em outros serviços

²⁰ http://www.javaside.com/u_tcaldate.html

do ambiente, com pouco reuso do código. Neste serviço ao longo do tempo atuaram diretamente diversos alunos de mestrado e de doutorado, sendo que vários deles nem se conheceram²¹. Utilizar componentes para encapsular o suporte à colaboração possibilita o reuso de funcionalidades nos diversos serviços e uma maior independência no desenvolvimento.

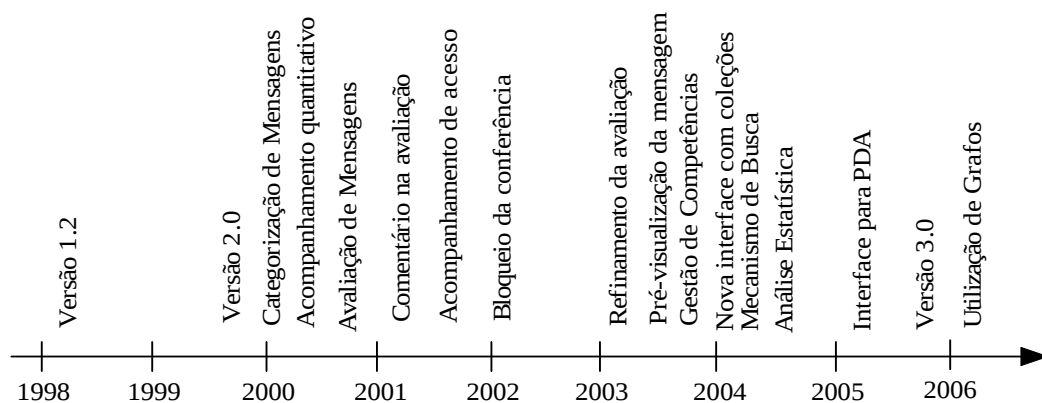


Figura 5.9. Novas funcionalidades incorporadas ao serviço Conferências ao longo do tempo

A Figura 5.10 apresenta novamente a dinâmica de uso do serviço Conferências no estudo dos conteúdos do curso TIAE. Conforme apresentado no Capítulo 3, o mediador seleciona o seminarista e declara a sessão iniciada; o seminarista submete o seminário e as questões, que são respondidas e discutidas pelos aprendizes; e o mediador avalia a mensagem e finaliza a sessão ao expirar o prazo. Para montar um serviço específico às necessidades da colaboração, selecionam-se os componentes 3C correspondentes.

²¹ Atuo no desenvolvimento das Conferências desde o primeiro semestre de 2000, quando iniciei meu mestrado sobre categorização de mensagens em ferramentas assíncronas [Gerosa, 2002].

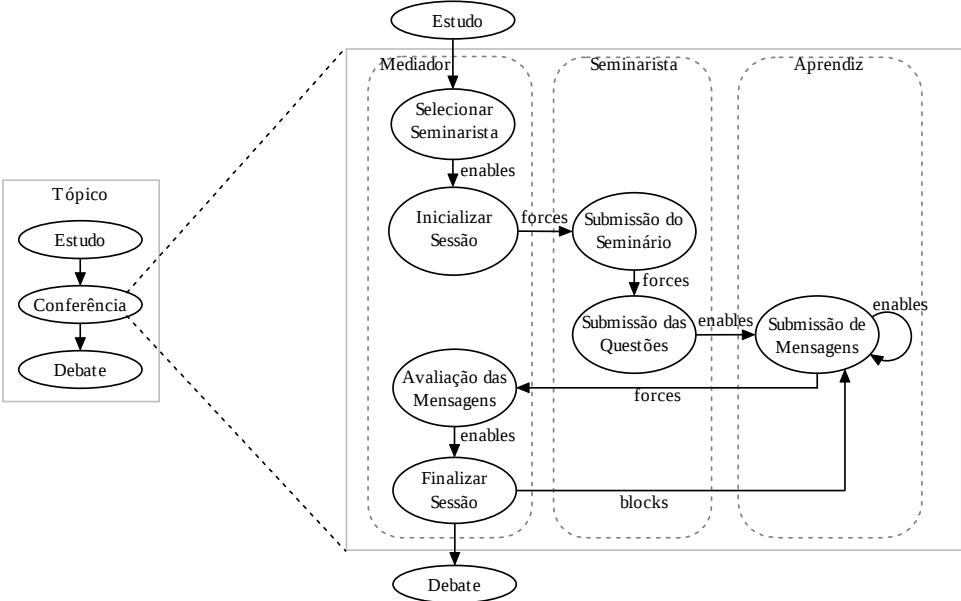


Figura 5.10. Dinâmica do uso do serviço Conferências no curso TIAE

Para implementar as funcionalidades requeridas para oferecer suporte computacional a estas atividades são utilizados os componentes 3C apresentados na Tabela 5.3. Os componentes implementam as funcionalidades existentes na versão atual das Conferências, mantendo a mesma interface com o usuário.

	Componente 3C	Propósito
Comunicação	MessageMgr	lidar com as mensagens do serviço
	CategorizationMgr	implementar a categorização de mensagens
	DialogStructureMgr	propiciar a estruturação de mensagens em árvores
Coordenação	SessionMgr	gerenciar as sessões de utilização do serviço, sendo uma sessão para cada tópico
	AssessmentMgr	cuidar da avaliação de mensagens
	RoleMgr	implementar os diversos papéis
	PermissionMgr	controlar as permissões de cada papel
	ParticipantMgr	lidar com os participantes do serviço
	CompetencyMgr	levar em consideração a participação no serviço no cálculo da performance do participante
Cooperação	CooperationObjMgr	cuidar da persistência e do sincronismo
	AccessRegistrationMgr	possibilitar que o participante seja informado do que já acessou
	StatisticalAnalysisMgr	implementar os recursos de análise estatística das mensagens
	SearchMgr	possibilitar a busca de mensagens

Tabela 5.3. Componentes 3C para dar suporte computacional à dinâmica das Conferências

Os componentes foram selecionados para atender às necessidades e características do serviço. As Conferências utilizam uma estruturação de mensagens em árvore, por favorecer a organização e a reflexão. A categorização de mensagens, no caso do TIAE, é utilizada para complementar a estruturação,

provendo uma melhor organização ao volume de mensagens. Os papéis utilizados nas Conferências do TIAE, seminarista e moderador, não possuem suporte computacional na versão 2.0 do ambiente e, portanto, não foram transpostos para a instânciação do serviço na nova versão. Foram mantidos apenas os papéis coordenador, mediador e aprendiz, já presentes na versão anterior. A avaliação de mensagens é utilizada nas Conferências para possibilitar a conceituação individual de cada mensagem e o registro de comentários visíveis para o autor, para a turma ou para os mediadores. O serviço Relatórios de Participação consolida o acompanhamento da participação a partir dos dados das avaliações dos diversos serviços. Os relatórios são visíveis para os aprendizes, que acompanham seu progresso e comparam-no com o de seus colegas.

Se houver alterações na dinâmica de colaboração, o serviço é recomposto ou reconfigurado, alterando o conjunto de componentes 3C ou customizando-os. Por exemplo, a dinâmica da colaboração no serviço pode ser alterada para incluir novas meta-informações a serem preenchidas ao escrever as mensagens; um sistema de workflow, para acompanhar o fluxo de tarefas realizadas no serviço; e um mecanismo de recomendação para que os aprendizes votem e recomendem mensagens. Estas alterações são mapeadas em componentes de comunicação, coordenação e cooperação, respectivamente.

Os componentes 3C são agregados ao serviço de modo a reusar o suporte computacional à colaboração. Grande parte das alterações apresentadas na Figura 5.9 são mapeadas a componentes 3C. Algumas funcionalidades, como pré-visualização, manipulação de coleções e interface para PDA, atingem somente a interface com o usuário, não sendo contempladas pelos componentes 3C, que são voltados para a camada de negócio da aplicação. A Tabela 5.4 apresenta o mapeamento das funcionalidades apresentadas na Figura 5.9 e os componentes 3C correspondentes.

Funcionalidade	Componente 3C
Categorização	CategorizationMgr
Acompanhamento quantitativo	AwarenessMgr
Avaliação de mensagens	AssessmentMgr
Comentário na avaliação	AssessmentMgr
Acompanhamento de acesso	AccessRegistrationMgr
Bloqueio da conferência	DiscreteChannelMgr
Refinamento da avaliação	AssessmentMgr
Pré-visualização	-
Gestão de competências	CompetencyMgr
Nova interface com coleções	-
Mecanismo de busca	SearchMgr
Análise estatística	StatisticalAnalysisMgr
Interface para PDA	-
Utilização de grafos	DialogStructureMgr

Tabela 5.4. Mapeamento das funcionalidades incorporadas ao serviço Conferências aos componentes 3C correspondentes

Os componentes plugados à arquitetura do serviço possibilitam flexibilizar e experimentar o suporte à colaboração. Serviços são construídos sob demanda, evitando incluir funcionalidades desnecessárias para o grupo em questão. A comunicação, a coordenação e a cooperação são abordadas e analisadas separadamente, de modo a definir o suporte à colaboração no grupo. Com a realimentação obtida a partir da utilização do serviço na colaboração, refina-se o conjunto de componentes adotado e sua configuração, adaptando o suporte computacional à evolução do grupo e da dinâmica adotada.

Eventualmente, uma alteração da dinâmica da colaboração leva à substituição de um componente 3C por uma versão mais robusta. Pode-se notar na evolução do serviço Conferências (Figura 5.9) que houve um determinado momento onde o suporte computacional à avaliação de mensagens foi refinado. Inicialmente, o conceito médio da participação de um aprendiz nas conferências era a média aritmética das avaliações de todas as mensagens. Entretanto, este modelo não leva em consideração a quantidade de mensagens enviadas, de modo que se o aprendiz enviar uma única mensagem muito boa, sua avaliação final tem o mesmo conceito. Implementou-se então um balanceamento entre a quantidade de mensagens e a nota final correspondente [Pimentel et al., 2004]. Os modelos que foram disponibilizados, conforme ilustrado na Figura 5.11 são: Quantidade Irrelevante, onde a quantidade de mensagens não influencia o valor da nota final; Quantidade Mínima, onde a nota é reduzida progressivamente se não for enviada pelo menos uma certa quantidade de mensagens; Quantidade Máxima, onde a nota é reduzida para valores acima ou abaixo de uma determinada quantidade; e

Moderada, onde a nota é reduzida se a quantidade de mensagens for abaixo de um valor mínimo ou acima de um máximo. A adoção de um máximo inibe que participantes monopolizem a discussão.

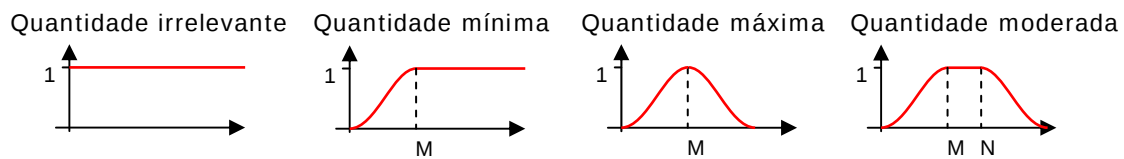


Figura 5.11. Fator de correção aplicado à nota final em função da quantidade de mensagens para os diferentes modelos de avaliação

Um novo componente pode ser desenvolvido e implantado sem que seja necessário alterar os serviços que utilizam o componente anterior. Desta forma, a utilização de componentes possibilita manter as duas versões do suporte à avaliação disponíveis, sendo utilizadas por serviços diferentes. Manter vários componentes com abordagens diferentes para o mesmo propósito dá mais flexibilidade ao desenvolvedor, que seleciona o que melhor atende às necessidades do serviço em questão. Possibilita também o refinamento de um dos aspectos da colaboração, substituindo o componente correspondente por outra versão com uma abordagem ou funcionalidade diferente. Entretanto, os componentes devem ser compatíveis entre si para reutilizar os dados.

Por delegar grande parte do suporte computacional à colaboração aos componentes 3C, que são reusados por diversos serviços, o código do serviço é reduzido. O serviço Conferências na versão 2.0 do AulaNet possui 4279 linhas de código exclusivas, não reusadas por outros serviços do ambiente. Na nova versão, o serviço possui 2905 linhas de código não reusadas, sendo que apenas 317 são referentes à camada de negócio, onde os componentes 3C promovem o reuso. As 2588 linhas restantes são referentes à interface com o usuário, que foi pouco alterada da versão 2.0 para a 3.0. Com a futura utilização de componentes de interface seguindo a especificação Java Server Faces, espera-se uma grande redução também nesta quantidade de código. A redução da quantidade de código a manter e a modularização do suporte computacional à colaboração facilitam a evolução futura do serviço.

5.1.5. Composição do Serviço Debate

O serviço Debate é utilizado no curso TIAE para consolidar o tópico semanal e para promover o alinhamento de idéias entre os aprendizes. A versão 1.0 do serviço, utilizado nas primeiras edições do curso, apresenta uma implementação típica para um chat, conforme ilustrado na Figura 5.12. Há uma caixa de texto para digitação da mensagem, uma área de texto onde as mensagens são postadas e uma lista dos participantes conectados. Este serviço é utilizado para uma discussão guiada pelo moderador da semana, auxiliado pelos mediadores.

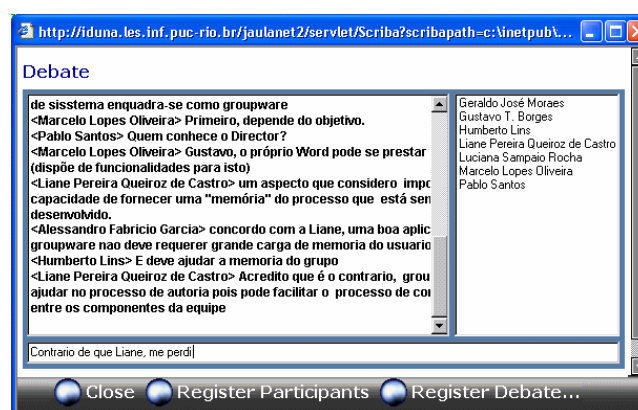


Figura 5.12. A versão 1.0 do serviço Debate do AulaNet

Até recentemente, não havia uma dinâmica pré-estabelecida para a discussão, ficando o moderador livre para conduzir o debate. Entretanto, para um melhor aproveitamento e organização da conversação e para reduzir a dependência do sucesso do Debate da habilidade do moderador, resolveu-se estabelecer uma dinâmica, conforme ilustrado na Figura 5.13 [Rezende et al., 2003]. Na nova dinâmica, o moderador do debate é incumbido de postar um resumo do que foi discutido ao longo da semana e iniciar um processo de apresentar questões e discuti-las, até que o mediador declara a sessão finalizada. Para cada questão discutida, os aprendizes postam um comentário, todos votam em qual contribuição será discutida, e então se inicia um período de discussão livre.

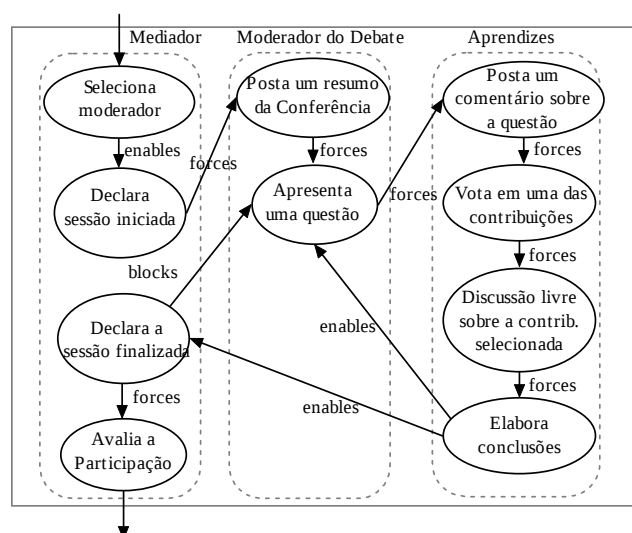


Figura 5.13. Nova dinâmica adotada no debate do curso TIAE

Ao executar esta dinâmica na versão 1.0 do Debate, foram encontrados diversos problemas [Pimentel et al., 2003a]: vários aprendizes mandavam mensagens juntamente com o moderador, mensagens chegavam após a questão ter sido considerada concluída, gastava-se tempo para organizar as propostas de discussão e a votação, havia uma sobrecarga de mensagens, etc. Estes problemas causavam confusão na conversação e a perda de co-texto [Pimentel et al., 2003b]. Resolveu-se incrementar o serviço para tratar estes problemas.

Foi feita uma análise da colaboração em função do modelo 3C, e decidiu-se em um primeiro momento investir no aprimoramento da coordenação do grupo. Para instrumentar o protocolo social vigente foram disponibilizadas novas informações de percepção para dar ao grupo uma melhor ciência do que está acontecendo e do que aconteceu anteriormente. A visualização do tema em discussão, o horário de envio da mensagem, a identificação dos mediadores e suas mensagens, a informação de quem está escrevendo e a ordem de participação foram incorporados à interface com usuário. A partir destes elementos, os participantes têm mais informações para decidir o momento de agir.

Para gerenciar o acesso ao canal de comunicação, foram disponibilizados mecanismos de coordenação, para serem utilizados para organizar a discussão. Para facilitar a intervenção do mediador, sem sobreposição de mensagens, e para evitar a continuação da discussão depois que o moderador mudou o assunto, implementou-se no Debate a possibilidade de o mediador travar o envio de mensagens pelos aprendizes e de estabelecer técnicas de conversação, que

definem o escalonamento da participação. As técnicas disponíveis são: Contribuição Livre, Contribuição Circular e Contribuição Única. A interface do serviço é ilustrada na Figura 5.14.

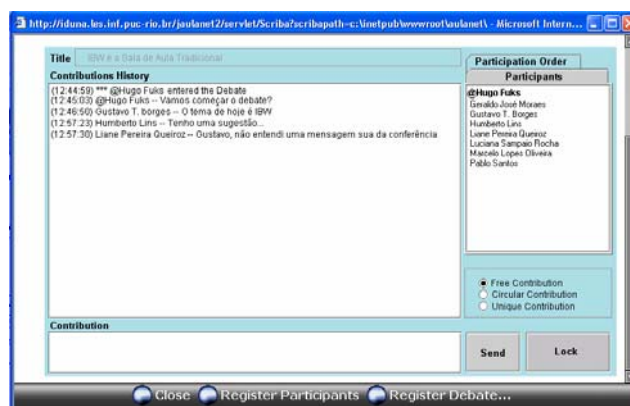


Figura 5.14. A versão 2.0 do Debate

Para executar a tarefa de postar um comentário sobre a questão é utilizada a técnica de Contribuição Circular, onde há uma ordem de participação e cada aprendiz envia uma mensagem na sua vez. Para votar em uma contribuição para ser discutida, é utilizada a técnica Contribuição Única, de modo que cada participante envia uma única contribuição, pois o canal fica inabilitado após o envio. Nas tarefas do mediador e do moderador do debate, o canal é bloqueado para os demais aprendizes. Nas demais tarefas é utilizada a técnica de Contribuição Livre.

A versão mais simples do Debate foi mantida para ser utilizada em cursos onde seja adotada uma dinâmica menos estruturada. A versão simplificada do Debate foi chamada de Bate-Papo. A Tabela 5.5 compara os componentes 3C utilizados no Bate-Papo e no Debate. O Debate 2.0 acrescenta o componente FloorControlMgr, que lida com as técnicas de conversação, e utiliza o componente AwarenessMgr, para gerenciar as informações de percepção. Este exemplo ilustra o aperfeiçoamento de um serviço de comunicação, sem alterar o suporte específico à comunicação, tratando apenas da coordenação. O desenvolvimento das versões do Debate e do Bate-Papo foi conduzido por Mariano Pimentel [2006] utilizando a abordagem proposta nesta tese.

Bate-Papo	Debate 2.0
MessageMgr	MessageMgr
DiscreteChannelMgr	DiscreteChannelMgr
AssessmentMgr	AssessmentMgr
RoleMgr	RoleMgr
PermissionMgr	PermissionMgr
ParticipantMgr	ParticipantMgr
SessionMgr	SessionMgr
CooperationObjMgr	AwarenessMgr
	CooperationObjMgr
	FloorControlMgr

Tabela 5.5. Componentes 3C utilizados no Bate-Papo e no Debate 2.0

Após a implementação do Debate 2.0, passou-se a investigar a influência de outros elementos da colaboração na discussão. Em versões subseqüentes, foram investigados outros problemas, como sobrecarga de mensagens, problemas na interface escrita-leitura, descontextualização e mensagem particular em local público [Pimentel et al., 2004], além da integração do serviço com a gestão de competências do ambiente. Foram acrescentados os componentes 3C: TextualMediaMgr e CompetencyMgr.

Este estudo de caso ilustrou a necessidade de estender a ferramenta colaborativa para acompanhar a evolução da dinâmica de trabalho. O uso do modelo 3C favoreceu a análise isolada das necessidades e deficiências de cada aspecto da colaboração e a composição de uma ferramenta mais aderente às características desejadas. As necessidades foram mapeadas em componentes que plugados à arquitetura do ambiente possibilitam flexibilizar e experimentar o suporte à colaboração.

A abordagem proposta favorece também o reuso da implementação do suporte à colaboração. O mesmo componente AssessmentMgr que é utilizado nas Conferências é utilizado também no Debate, porém com outros modelos e conceitos de avaliação. Da mesma maneira que na Conferência, utiliza-se um componente de avaliação mais simples ou mais robusto dependendo do modelo de avaliação adotado. Com esta abordagem, é possível também alterar a implementação dos componentes 3C de modo a alterar seu comportamento, simultaneamente nos diversos serviços que o utilizam, sem a necessidade de modificá-los. Para tanto, basta substituir o componente 3C correspondente.

A abordagem proposta, a arquitetura e os componentes estão sendo utilizados no desenvolvimento da nova versão do ambiente AulaNet. Alguns

vídeos ilustrando algumas das operações descritas nesta seção estão disponíveis no web site <http://groupware.les.inf.puc-rio.br>. Nas próximas seções são abordados alguns outros indícios da viabilidade da proposta e de seu entendimento e aplicabilidade por outras pessoas e em outras situações.

5.2.

Aceitação Acadêmica

Comparar em termos de qualidade do produto resultante uma abordagem de desenvolvimento de groupware com outras, envolve a experimentação com diversos grupos de desenvolvedores utilizando as abordagens para desenvolver sistemas de porte considerável. Dada a grande quantidade de abordagens presentes na literatura e as restrições de recursos, nesta tese, optou-se por analisar a aceitação acadêmica da proposta em vez de comparar os produtos resultantes. Com esta finalidade, foram consideradas apresentações, revisões provenientes de conferências e revistas científicas, citações em trabalhos relacionados e a equipe de desenvolvedores da EduWeb, buscando indícios de aceitação e entendimento da proposta no meio acadêmico e empresarial.

A abordagem e a arquitetura propostas nesta tese foram apresentadas no Doctoral Colloquium do CRIWG (*International Workshop on Groupware*) de 2004 e 2005, coordenados pelos professores Hugo Fuks e Gert-Jan De Vreede respectivamente. Esta seção de “Aceitação Acadêmica” na tese foi sugerida pelo professor De Vreede durante o colloquium de 2005, como forma de complementar a avaliação da viabilidade da abordagem, dada a dificuldade de validar e comparar trabalhos na área de desenvolvimento de groupware. Sua sugestão foi de utilizar os pareceres dos revisores de conferências e revistas como indícios da viabilidade e originalidade do trabalho.

A abordagem e a arquitetura propostas nesta tese foram publicadas e apresentadas em conferências e revistas científicas nacionais e internacionais. A Tabela 5.6 apresenta os veículos onde foram publicados artigos diretamente relacionados à abordagem proposta nesta tese. Todos os veículos são auditados, com dois a quatro revisores por artigo. As referências completas destes artigos estão disponíveis em uma seção ao final das referências bibliográficas.

Veículo	Título do Artigo
WDBC 2001 - 1º Workshop de Desenvolvimento Baseado em Componentes	Um groupware baseado no ambiente AulaNet desenvolvido com componentes
JAI 2002 - XXI Jornada de Atualização em Informática	Engenharia de Groupware: Desenvolvimento de Aplicações Colaborativas
EBR 2002 - First Seminar on Advanced Research in Electronic Business	Engineering Groupware for E-Business
WDBC 2003 - 3º Workshop de Desenvolvimento Baseado em Componentes	Evoluindo para uma Arquitetura de Groupware Baseada em Componentes: o Estudo de Caso do Learningware AulaNet
Webmedia 2003 - Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web (trilha de trabalho cooperativo assistido por computador)	Do Modelo de Colaboração 3C à Engenharia de Groupware
Revista Informática na Educação: Teoria e Prática, Vol 7, No. 1	O Modelo de Colaboração 3C no Ambiente AulaNet
WDBC 2004 - 4º Workshop de Desenvolvimento Baseado em Componentes	O Uso de uma Arquitetura Baseada em Componentes para Incrementar um Serviço do Ambiente AulaNet
WCSCW 2004 - 1º Workshop Brasileiro de Tecnologias para Colaboração	Suporte à Coordenação e à Cooperação em uma Ferramenta de Comunicação Textual Assíncrona: Um Estudo de Caso no Ambiente AulaNet
SBIE 2004 - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação	Uma Arquitetura para o Desenvolvimento de Ferramentas Colaborativas para o Ambiente de Aprendizagem AulaNet
CSCWiD 2005 - 9 th International Conference on CSCW in Design	Towards an Engineering Approach for Groupware Development: Learning from the AulaNet LMS Development
WDBC 2005 - 5º Workshop de Desenvolvimento Baseado em Componentes	Componentes Baseados no Modelo 3C para o Desenvolvimento de Ferramentas Colaborativas
WCSCW 2005 - 2º Workshop Brasileira de Tecnologias para Colaboração	AulaNet 3.0: desenvolvendo aplicações colaborativas baseadas em componentes 3C
International Journal of Cooperative Information Systems (IJCIS), v.14, n.2-3	Applying the 3C Model to Groupware Development

Tabela 5.6. Veículos das publicações diretamente relacionadas a esta tese

Os veículos das publicações apresentados na Tabela 5.6 se concentram basicamente nas comunidades de CSCW (Webmedia 2003, WCSCW 2004, CSCWiD 2005, WCSCW 2005 e IJCIS), desenvolvimento baseado em componentes (WDBC 2001, 2003, 2004 e 2005) e informática na educação (Revista Informática na Educação e SBIE 2004), que são comunidades diretamente relacionadas a este trabalho. O trabalho também foi apresentado como um mini-curso do JAI 2002 e publicado no EBR 2002 (*Seminar on Advanced Research in Electronic Business*).

A Tabela 5.7 apresenta alguns trechos das declarações feitas pelos revisores dos artigos. Os demais trechos, que não foram apresentados, são referentes à estrutura do artigo ou à relevância para a conferência em questão, não tendo

relação com a proposta em si²². Os comentários são apresentados em ordem cronológica. Todas as revisões são feitas de forma anônima. Alguns dos comentários são referentes a artigos não aceitos para publicação.

Veículo	Comentário
Middleware Conference 2003	“The paper presents an interesting case study of component based software development in the context of a commercial middleware platform (J2EE). The study is based on a groupware application that poses a number of requirements which can be suitably fulfilled with the use of component-based middleware as the development and runtime environment.” Revisor 3
JCSCW (2003)	“As described, the model is a substantial elaboration of a few remarks in a 1991 CACM article by Ellis et al. I can see that a lot of thought went into it, and I also credit the authors with a sophisticated understanding of the issues in this domain, they have read and digested the literature.” Revisor 1 “The 3C model seems to be an interesting contribution for the CSCW domain as a detailed refinement of the Clover model and Ellis's conceptual model of groupware” Revisor 2
CRIWG 2004	“The 3C collaboration model is a good synthesis of several similar approaches.” Revisor 2
CSCW 2004	“I also don't believe that simply applying the 3C model helps you in componentizing your software. There are certainly many other ways of structuring components which might be more practical from a componentization perspective.” Revisor 2
WCSCW 2004	“O artigo apresenta a nova arquitetura do aula net, baseada em componentes. Tal abordagem é bastante promissora, considerando pontos como reuso, flexibilidade, manutenção, "tailorability", qualidade, etc.”. Revisor 1
SBIE 2004	“O trabalho apresenta uma proposta de arquitetura para sistemas colaborativos que facilita a configuração de acordo com a necessidade de grupos específicos e possibilita a incorporação de novos componentes, o que é muito desejável dado a variedade de situações nas quais esses sistemas são usados.” Revisor 3
CSCWiD 2005	“The mentioned approach, having a component-base architecture and a 3C collaborative model is very well explained and seems very appealing.” Revisor 2
WDBC 2005	“O uso de componentes em aplicações colaborativas, particularmente o AulaNet(bastante conhecido) é uma excelente idéia para tornar mais flexível e facilitar sua evolução, principalmente considerando que nestes tipos de aplicações as mudanças ocorrem com mais frequência e o consenso é mais difícil.” Revisor 1
SBIE 2005	“Does not provide any new ideas or any important contribution.” Revisor 2
IJCIS (2005)	“The paper basically discusses various aspects of the so-called 3C model, that is a model supporting the development of collaborative systems, an the application of such model to the development of some learningware for a web-based course.” Revisor 1

Tabela 5.7. Trechos das revisões de artigos relacionados a esta tese

Dos comentários listados na Tabela 5.7, apenas os revisores da CSCW Conference 2004 e do SBIE 2005 apresentaram críticas à abordagem. O primeiro acredita que há maneiras mais práticas de estruturar o software do ponto de vista da componentização. O segundo não vê nenhuma nova idéia ou contribuição na proposta. Por outro lado, os outros revisores vêem uma abordagem interessante e promissora. Um revisor da Middleware Conference 2003 acredita que os

²² Os trechos completos das revisões foram disponibilizados em <http://groupware.les.inf.puc-rio.br>

requisitos do desenvolvimento do AulaNet realmente são propícios para o desenvolvimento baseado em componentes. Os revisores do JCSCW elogiam o refinamento feito do modelo 3C, que de acordo com eles leva em consideração a literatura da área, e vêem nele uma contribuição interessante. Um dos revisores do CRIWG 2004 acredita que o modelo 3C é uma boa síntese de várias abordagens similares. Um revisor do WCSCW 2004 acredita que a abordagem de desenvolvimento baseado em componentes fundamentados no modelo 3C de colaboração é promissora, levando em consideração fatores como reuso, flexibilidade, manutenção, “tailorability”, qualidade, etc. Um revisor do SBIE 2004 afirma que a arquitetura proposta propicia a adaptação para as necessidades de grupos específicos e possibilita a incorporação de novos componentes, o que é desejável dado a variedade de situações nas quais os sistemas colaborativos são utilizados. Um revisor do CSCWiD 2005 acredita que a proposta é bastante atrativa. Um revisor do WDBC 2005 afirma que o uso de componentes em aplicações colaborativas, particularmente no AulaNet, é uma excelente idéia para tornar o sistema mais flexível e facilitar sua evolução, o que é freqüentemente necessário. Um revisor do IJCIS, ao recomendar a aceitação do artigo, afirma que é feita uma discussão do modelo 3C, que serve de suporte para o desenvolvimento de sistemas colaborativos, em especial para learningware.

Outro indício da aceitação da proposta é relativo à quantidade de citações em artigos de pesquisadores externos ao grupo de pesquisa no qual esta tese está inserida. Apesar de este indício necessitar de alguns anos para se tornar mais preciso, foram encontrados 26 citações a artigos apresentados na Tabela 5.6. As citações foram encontradas em buscas em mecanismos da Internet. As referências estão listadas em ordem alfabética na Tabela 5.8.

Artigo	Citação
ASSUNÇÃO, C.F.F., REAMI, E.R., ZUFFO, M.K. & LOPES, R.D. (2004) “MediColl Ambiente Cooperativo para Apoio ao Diagnóstico Médico à Distância” <i>IX CBIS - Congresso Brasileiro de Informática na Saúde</i> , 2004, Ribeirão Preto.	JAI 2002
BRENNAND, C.A.R.L., LINS NETO, J.H. & FERNANDES, S.M.M. (2005) “ATCA - Ambiente de Trabalho Colaborativo Avançado”, <i>Congresso Internacional de Qualidade em EAD: desafios para a transformação social</i> , São Leopoldo-RS, 01-03 de junho de 2005.	JAI 2002
CINELLI, G.B., ZAINA, L.A.M., BAPTISTA, C.M., SILVEIRA, R.M., RUGGIERO, W.V. & BRESSAN, G. (2005) “Acompanhamento de sessões de fórum através da ferramenta Faucon”, <i>WCSCW 2005 Workshop Brasileiro de Tecnologias para Colaboração</i> , 2005, Juiz de Fora.	JAI 2002
CORDENONSI, A.Z., MULLER, F.M. & BASTOS, F.P. (2005) “O Ensino de Heurísticas e Metaheurísticas na área de Pesquisa Operacional sob a ótica da Educação Dialógica Problematicadora”, <i>RENTE - Revista Novas Tecnologia na Educação</i> , V. 3 N° 1, ISSN 1679-1916.	JAI 2002
CRUZ NETO, G.G., GOMES, A.S. & TEDESCO, P.C.A.R. (2003) “Aliando Teoria da Atividade e TROPOS na Elicitação de Requisitos” <i>Workshop de Engenharia De Requisitos</i> , 2003, Piracicaba, v. 1., pp. 63-77.	JAI 2002
CRUZ NETO, G.G., GOMES, A.S. & TEDESCO, P.C.A.R. (2003) “Elicitação de Requisitos de Sistemas Colaborativos de Aprendizagem Centrada na Atividade de Grupo”, <i>Simpósio Brasileiro de Informática na Educação</i> , 2003, Rio de Janeiro.	JAI 2002
GIRARDI, R.A.D. (2004) Framework para coordenação e mediação de Web Services modelados como Learning Objects para ambientes de aprendizado na Web, <i>Dissertação de Mestrado</i> , Departamento de Informática – PUC-Rio.	WDBC 2003
GONÇALVES, B.S. & PEREIRA, A.C. (2004) “Color learning based on VLE-AD platform”, <i>Proceedings of the AIC 2004 Color and Paints</i> , Interim Meeting of the International Color Association, pp 311-314.	JAI 2002
GONÇALVES, B.S. (2004) Cor Aplicada ao Design Gráfico: Um Modelo de Núcleo Virtual para Aprendizagem Baseado na Resolução de Problemas, <i>Tese de doutorado em Engenharia de Produção</i> , Universidade Federal de Santa Catarina.	JAI 2002
HEIDRICH, F.E. (2004) O uso do Ciberespaço na Visualização da Forma Arquitetônica de Espaços Internos em Fase de Projeto, <i>Dissertação de mestrado</i> , Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina.	JAI 2002
JATOBÁ, P.H.G., LIMA, R., VILAR, G., OLIVEIRA, E.A. & MATTOS, S. “Collaborative Environments for Telecardiology”, <i>25th Annual International Conference for Medicine and Biology Society</i> , IEEE, Cancun, pp. 291.	JAI 2002
JATOBÁ, P.H.G., LIMA, R.C.A., VILAR, G., MADEIRO, F., CAVALCANTI JR., A.L.O. (2005) “Modelo de um sistema colaborativo de telecardiologia”, <i>Colabor@</i> , Vol 3, no 10, Novembro de 2005, ISSN 1519-8529	JAI 2002
LIMA, P.S.R., BRITO, S.R., SILVA, O.F. & FAVERO, E.L. (2005) “Adaptação de Interfaces em Ambientes Virtuais de Aprendizagem com Foco na Construção Dinâmica de Comunidades”, <i>Novas Tecnologias na Educação</i> , CINTED-UFRGS, Vol 3, No 1, Maio 2005.	WDBC 2003
MARCZAK, S.S. & GIRAFFA, L.M.M. (2003) “A Gerência da Informação em Ambientes de Ensino a Distância: um estudo comparativo”, <i>Relatório Técnico</i> , N. 29, Porto Alegre: PPGCC FACIN PUCRS, Agosto 2003.	JAI 2002
MENEZES, C. S., MESQUITA, L.F. , PESSOA, J.M. & VESCOVI-NETTO, H. (2003) “Percepção em Comunidades Virtuais: Mantendo-se Antenado no AmCorA” <i>XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação</i> , 2003, Rio de Janeiro, pp. 265-274.	JAI 2002
MIRANDA, I.S., ARAUJO, R.M. & SANTORO, F.M. (2005) “An Approach for Defining System Requirements for Group”, <i>Anais do WCSCW - Workshop Brasileiro de Tecnologias para Colaboração</i> , 2005.	IJCIS
MOURA, J.G. & BRANDÃO, L.O. (2005) “Aplicações no SAW - Sistema de Aprendizagem pela Web”, <i>RIE 2004 Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE 2005</i> , Juiz de Fora.	RIE 2004
MOURA, J.G., BRANDÃO, L.O. (2005) “SAW - Sistema de aprendizagem pela web: incorporando novos recursos”, <i>WebMedia 2005 - Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web</i> .	RIE 2004
OEIRAS, J.Y.Y. & ROCHA, H.V (2005) “Requirements for Computational Environments to Support Institutional Cooperative Work”, <i>Anais do II Workshop TIDIA 2005</i> , São Paulo.	IJCIS
PELLEGRINI, G.F. (2004) Uma Abordagem Metodológica para Engenharia de Groupware Aplicada a Área da Saúde, <i>Tese de doutorado em Engenharia de Produção</i> , Universidade Federal de Santa Catarina.	JAI 2002
PEREIRA, A.T.C., GONÇALVES, B., SUZUKI, F.G. & ALVES, T. (2004) “Aprendizagem da cor baseada na plataforma AVA-AD” <i>CONAHPA- Congresso Nacional de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem</i> , 2004, Florianópolis.	JAI 2002
POZZER, C. T., RAPOSO, A.B., SANTOS, I.H.F., CAMPOS, J.L.E. & REIS, L P. (2003) “CSVTool - A Tool for Video-Based Collaboration”, <i>IX Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web - WebMidia 2003</i> , Salvador-BA, pp.353-367.	EBR 2002
SILVA, E.Q & MOREIRA, D.A. (2004) “Um Framework de Componentes para o Desenvolvimento de Aplicações Web Robustas de Apoio à Educação”, <i>Simpósio Brasileiro de Informática na Educação 2004</i> , Manaus-AM, pp. 158-167.	WDBC 2003
SILVA, J.C.T. (2004) Um Modelo para Avaliação de Aprendizagem no Uso de Ferramentas Síncronas em Ensino Mediado pela WEB, <i>Tese de doutorado</i> , Departamento de Informática – PUC-Rio.	WDBC 2003
TEIXEIRA, B. & CHAGAS, E.F. (2005) “Co-Autoria: Avaliação e Proposta de Requisitos para Ferramentas Segundo o Modelo 3C”, <i>Workshop de Informática na Escola</i> , Congresso da Sociedade Brasileira de Computação 2005.	JAI 2002
VILAR, G., OLIVEIRA, E.A., JATOBÁ, P.H.G. & VILAR, D.S. (2004) “Processos colaborativos e tecnologias da informação aplicados ao ensino de medicina”, <i>Colabor@</i> , n. 7, v. 2, 2004	JAI 2002

Tabela 5.8. Citações a artigos diretamente relacionados a esta tese

A abordagem proposta nesta tese, a arquitetura e os componentes também foram apresentados à equipe técnica responsável pelo AulaNet da empresa EduWeb. Estavam presentes na apresentação o diretor de tecnologia, sr. Luidi Xavier Fortunato, e o gerente de desenvolvimento do produto, sr. Reubem Alexandre Almeida Girardi. Ambos aprovaram a proposta, sem restrições. Eles ressaltaram que além de atender os requisitos para a nova versão do ambiente, a abordagem propiciará um menor custo de manutenção e possibilitará um melhor gerenciamento das diferentes versões com customizações e adaptações que eles mantêm para seus clientes.

Os resultados obtidos indicam a aceitação acadêmica da abordagem proposta nesta tese. Em geral, os pareceres dos especialistas foram positivos e houve aceitação da abordagem em veículos nacionais e internacionais, bem como uma quantidade razoável de citações em artigos publicados por outros grupos de pesquisa.

5.3.

Estudo de Caso na Disciplina Engenharia de Groupware

Para obter mais indícios da aplicabilidade da proposta, ela foi utilizada na disciplina Engenharia de Groupware, cujos códigos são INF 1637 e INF 2132 para a graduação e pós-graduação do Departamento de Informática da PUC-Rio respectivamente. Leciono a disciplina juntamente com os professores Hugo Fuks e Alberto Barbosa Raposo desde o primeiro semestre de 2002. O estudo de caso foi realizado na turma do segundo semestre de 2005, com 2 alunos de graduação, 3 de mestrado e 2 de doutorado. O resultado do estudo de caso foi avaliado pela observação direta dos professores do curso e pela aplicação de questionários individuais.

Conforme apresentado no enunciado da Figura 5.15, o trabalho aplicado na disciplina é dividido em três partes. Na primeira parte, após o estudo dos elementos do modelo 3C, cada aluno seleciona uma aplicação e analisa suas funcionalidades, classificando-as em comunicação, coordenação ou cooperação. O aluno apresenta as telas da aplicação e justifica suas escolhas. A segunda parte do trabalho consiste em efetuar um estudo comparativo de aplicações colaborativas

similares à escolhida, fornecendo subsídios para o aprimoramento da ferramenta. Para este aprimoramento, o aluno propõe a incorporação de serviços e funcionalidades que estendam e complementem os três Cs analisados anteriormente. Na terceira parte do trabalho, o aluno apresenta uma arquitetura e um protótipo que ofereça suporte à extensão do sistema, utilizando a infraestrutura e os componentes 3C propostos nesta tese.



Enunciado dos Trabalhos de Engenharia de Groupware

10/08/2005

Trabalho 1: Análise de uma aplicação com base no modelo 3C (05/10/2005)

○ aprendiz deverá analisar os serviços oferecidos por uma aplicação não necessariamente colaborativa, cuja escolha será negociada com os mediadores. Deverá classificar os serviços desta aplicação em comunicação, coordenação ou cooperação. Também deverão ser analisados elementos de cada um dos Cs.

○ aprendiz deverá apresentar o trabalho em sala de aula no dia marcado. O aprendiz deverá deixar bem claro nos slides de sua apresentação a classificação dos serviços e elementos em função de cada C, bem como apresentar telas da aplicação que justifique esta classificação.

Trabalho 2: Incorporação de serviços à aplicação (26/10/2005)

○ aprendiz deverá propor a incorporação de serviços que aprimorem e complementem os 3C's à aplicação do trabalho anterior.

A primeira etapa do Trabalho 2 consiste em fazer um estudo comparativo de aplicações colaborativas similares à escolhida, fornecendo os subsídios para o aprimoramento solicitado acima. O aprendiz deverá apresentar o trabalho em sala de aula no dia marcado.

Trabalho 3: Projeto baseado no modelo 3C (07/12/2005)

○ aprendiz deverá apresentar uma arquitetura e um protótipo que dê suporte ao sistema proposto no trabalho 2. O aprendiz deverá apresentar o trabalho em sala de aula no dia marcado e entregar uma documentação contemplando o conteúdo dos três trabalhos.

Figura 5.15. Enunciado dos trabalhos da disciplina Engenharia de Groupware

Na primeira etapa do trabalho, houve alguns problemas de classificações decorrentes de entendimento incorreto do modelo. Praticamente em todos trabalhos ocorreram classificações incorretas, que foram apontadas pelos professores do curso e corrigidas pelos alunos. A Tabela 5.9 apresenta a quantidade de funcionalidades identificadas correta e incorretamente em cada trabalho. Pode-se notar uma porcentagem de acerto médio de 76%. Este resultado foi considerado satisfatório, visto que não foram apresentados e discutidos com os alunos exemplos e critérios de classificação antes da apresentação do trabalho. A dinâmica do curso prevê que neste primeiro trabalho surjam dificuldades e problemas para serem explorados em discussões subseqüentes, visando a consolidação do aprendizado. Na segunda etapa do trabalho, a maior parte dos

alunos conseguiu classificar corretamente as novas funcionalidades que estavam sendo propostas, indicando o entendimento do modelo.

Ferramenta	Funcionalidades classificadas	Funcionalidades incorretamente classificadas
Stratify	6	2
GoogleTalk	6	3
BuddySpace	16	4
Orkut	5	1
Senhor da Guerra	3	1
MSN	14	1
TortoiseSVN	9	2

Tabela 5.9. Identificação e classificação das funcionalidades das ferramentas escolhidas

Na terceira etapa, o suporte computacional às necessidades identificadas deveria ser projetado levando em consideração o *Collaboration Component Kit* proposto nesta tese, cuja documentação foi entregue aos alunos. Os alunos não tiveram que implementar a arquitetura proposta, pois não haveria tempo hábil no escopo da disciplina.

O aluno que analisou a ferramenta Stratify²³, que é voltada à construção de taxinomias, propôs a incorporação de uma nova funcionalidade de comunicação, duas de coordenação e uma de cooperação: um chat para discussão síncrona, cores para representar os participantes e os artefatos sob sua responsabilidade, indicação de quem está conectado e histórico de ações. Para isto, montou uma arquitetura utilizando os componentes DiscreteChannelMgr, MessageMgr, ParticipantMgr, GroupMgr, AwarenessMgr, SessionMgr e CooperationObjMgr. O componente AvailabilityMgr, específico para a gestão da disponibilidade dos participantes, não foi utilizado pelo aluno.

O aluno que analisou a ferramenta GoogleTalk²⁴, que é voltada para conversação por voz através da Internet, propôs a incorporação de três novas funcionalidades de comunicação e uma de cooperação: vídeo-chat, audioconferência para várias pessoas, envio de cartões virtuais e transferência de arquivos. Para isto, montou uma arquitetura utilizando os componentes VideoMediaMgr e PictorialMediaMgr e propôs um novo componente de cooperação: FileTransferMgr. Entretanto, não utilizou em sua arquitetura alguns

²³ <http://www.stratify.com>

²⁴ <http://www.google.com/talk>

componentes 3C necessários, como ParticipantMgr, SessionMgr e ContinuousChannelMgr.

O aluno que analisou a ferramenta BuddySpace²⁵, que é voltada para comunicação pela Internet integrada à noção de contexto e localização, propôs duas novas funcionalidades de comunicação e três de coordenação: formatação do texto das mensagens, conversa por áudio, ordenação das pessoas que desejam falar, notificação de deslocamento e gestão de confiança e reputação. Para isto, montou uma arquitetura onde utilizou uma versão estendida do MessageMgr e os componentes AudioMediaMgr, MetaInformationMgr e ParticipantMgr. Além destes componentes, propôs novos componentes: WirelessMocaMgr, OrderMgr e ReputationMgr, sendo o primeiro para prover a integração com o framework MoCA [Sacramento et al., 2004], o segundo para a gestão da ordem de participação e o terceiro para a gestão da reputação no grupo. O OrderMgr foi proposto desnecessariamente, pois sua funcionalidade já é provida pelo componente FloorControlMgr.

O aluno que analisou o site Orkut²⁶, que é voltado para estabelecimento de redes de contatos e relacionamentos, propôs duas novas funcionalidades de comunicação e uma de coordenação: um chat, uma audioconferência e uma lista de participantes conectados. Para isto, montou uma arquitetura onde utilizou os componentes MessageMgr, DiscreteChannelMgr e AudioMediaMgr. Propôs um novo componente: OnlineMgr, para gerenciamento dos participantes presentes. Entretanto, esta funcionalidade já é provida pelo componente AwarenessMgr em conjunto com o SessionMgr.

O aluno que analisou o jogo O Senhor da Guerra²⁷, que é jogado através de mensagens SMS, propôs a criação de um novo jogo com uma funcionalidade de comunicação, cinco de coordenação e duas de cooperação: envio de mensagens para os jogadores, ranqueamento, agrupamento em clãs, gerenciamento de tarefas, posicionamento das naves, definição de objetivos, mapa do universo e batalha conjunta. Para isto, propôs seus próprios componentes, mesmo havendo componentes 3C que atenderiam suas necessidades, como MessageMgr,

²⁵ <http://buddyspace.sourceforge.net>

²⁶ <http://www.orkut.com>

²⁷ <http://www.senhordaguerra.com.br>

DiscreteChannelMgr, RoleMgr, PermissionMgr, ParticipantMgr, GroupMgr, SessionMgr, FloorControlMgr, TaskMgr, AwarenessMgr, CooperationObjMgr e RankingMgr.

O aluno que analisou a ferramenta MSN²⁸, que oferece serviços de comunicação síncrona, propôs duas novas funcionalidades de coordenação e duas de cooperação: utilização de níveis de disponibilidade para diferentes grupos de contatos, possibilidade de bloquear o envio de mensagens enquanto um dos participantes estiver escrevendo, registro do horário de envio das mensagens e possibilidade de envio de arquivo para várias pessoas simultaneamente. Para isto, montou uma arquitetura onde utilizou os componentes DiscreteChannelMgr, GroupMgr, FloorControlMgr, AwarenessMgr, MessageMgr e uma versão estendida do CooperationObjMgr, para possibilitar a transferência de arquivos, e do AvailabilityMgr, para configurar as diferentes disponibilidades.

O aluno que analisou a ferramenta TortoiseSVN²⁹, que possibilita integrar o controle de versões aos arquivos do sistema operacional, propôs uma nova funcionalidade de comunicação e uma de coordenação: discussão assíncrona sobre as mudanças efetuadas e notificação sobre atualização de artefatos. Para isto, montou uma arquitetura utilizando os componentes MessageMgr e DialogStructureMgr, e propondo os componentes MessageStoreMgr e RevisionMgr. As funcionalidades destes componentes são oferecidas pelos componentes CooperationObjMgr e AwarenessMgr, não sendo necessária sua criação.

Em geral, os alunos utilizaram corretamente a abordagem, analisando a ferramenta escolhida e algumas ferramentas similares em função do modelo 3C, para sugerir a incorporação de novas funcionalidades visando aprimorar o suporte computacional à colaboração. Entretanto, alguns alunos tiveram dificuldades na seleção dos componentes e na montagem da arquitetura. Conforme ilustrado na Tabela 5.10, desconsiderando o aluno que projetou o jogo, que entendeu incorretamente o enunciado do trabalho, 76% dos componentes foram selecionados e utilizados adequadamente. Separando alunos do mestrado e

²⁸ <http://www.microsoft.com/msn>

²⁹ <http://tortoisesvn.sourceforge.net>

doutorado dos alunos da graduação, esta porcentagem fica em 85% para os primeiros e em 50% para os últimos. Dada a quantidade reduzida de alunos participando no experimento, não é possível obter resultados conclusivos. Entretanto, há indícios de que há necessidade de aprimorar a documentação dos componentes e de capacitar os alunos na utilização de componentes de software, visto que o assunto normalmente não é coberto nos cursos de graduação. Para os próximos semestres, a documentação será estendida e revista e a dinâmica do curso será modificada para que os alunos implementem um protótipo da solução, visto que grande parte dos erros seria perceptível, caso eles tivessem implementado a extensão proposta à ferramenta colaborativa. Apesar da ocorrência de problemas na resolução dos trabalhos, o experimento foi considerado satisfatório, pois os alunos entenderem e utilizaram a abordagem proposta nesta tese, mesmo não sendo da área.

Ferramenta	Novas Funcionalidades	Quantidade de Componentes	Componentes Utilizados Incorretamente
Stratify	4	8	1
GoogleTalk	4	6	3
BuddySpace	5	7	1
Orkut	3	5	2
Senhor da Guerra	8	-	-
MSN	4	7	0
TortoiseSVN	2	4	2

Tabela 5.10. Utilização dos componentes 3C

Ao final da apresentação da terceira etapa do trabalho, os alunos receberam e responderam um questionário sobre o ferramental disponibilizado. O resultado do questionário é apresentado na Tabela 5.11. A maior parte dos alunos avaliou o grau de dificuldade da utilização do modelo 3C para a análise da aplicação escolhida como regular, em uma escala de muito difícil a muito fácil. O entendimento do modelo 3C teve a mesma avaliação. Estes resultados foram considerados satisfatórios, visto que os alunos tiveram o primeiro contato com o modelo 3C e com a abordagem durante o curso e não são especialistas em groupware. Com relação à abrangência do modelo 3C na modelagem do sistema, 5 alunos avaliaram como suficiente e 2 como regular, indicando que a maior parte das funcionalidades identificadas foram classificadas. Com relação à utilização dos componentes 3Cs, 5 alunos identificaram a solução como complexa e 2 como normal, em uma escala de muito simples a muito complexa. Este resultado também foi considerado satisfatório, dado que, além de não serem especialistas

em groupware, os alunos não são especialistas em componentes de software. Apesar de a maioria ter classificado a solução como complexa, todos avaliaram a utilização de componentes 3C na composição de groupware como bom ou muito bom. Com relação ao encapsulamento das complexidades de baixo nível, 3 alunos avaliaram como neutro, 2 como bom e 2 como muito bom. Por fim, ao avaliar o suporte computacional a groupware utilizando componentes 3C, 2 alunos avaliaram como neutro e 5 como bom. Os resultados obtidos no questionário foram em geral positivos.

Pergunta	Resultado		
A análise da aplicação escolhida para o trabalho através do modelo 3C foi:	(0) Muito difícil (1) Fácil	(0) Difícil (0) Muito fácil	(6) Regular
O entendimento do modelo 3C é:	(0) Muito difícil (1) Fácil	(0) Difícil (0) Muito fácil	(6) Regular
A abrangência do modelo 3C na modelagem do sistema é:	(0) Muito insuf. (5) Suficiente	(0) Insuficiente (0) Muito suficiente	(2) Regular
Como você classifica a solução com componentes baseados no modelo 3C?	(0) Muito limitada (5) Complexa	(0) Limitada (0) Muito complexa	(2) Normal
Componentes 3C na composição de groupware é:	(0) Muito ruim (5) Bom	(0) Ruim (2) Muito bom	(0) Neutro
O encapsulamento das complexidades de baixo nível de sistemas multi-usuário é	(0) Muito ruim (2) Bom	(0) Ruim (2) Muito bom	(3) Neutro
O suporte computacional a groupware usando os componentes 3C é:	(0) Muito ruim (5) Bom	(0) Ruim (0) Muito bom	(2) Neutro

Tabela 5.11. Resultados dos questionários aplicados aos aprendizes

Além de ser utilizada pelos alunos da disciplina Engenharia de Groupware, a abordagem foi utilizada por outros membros da equipe do AulaNet do LES/PUC-Rio. Mariano Pimentel a utilizou no desenvolvimento da nova versão do serviço Debate, e Denise Filippo na construção da versão para PDA do AulaNet.

5.4. Estudo de Caso com o TelEduc

O suporte computacional à colaboração do fórum de discussão do ambiente TelEduc pode ser mapeado aos componentes 3C. Na Tabela 5.12, as funcionalidades presentes na ferramenta e os componentes 3C correspondentes são apresentados.

Funcionalidade	Componente 3C
Mensagens	MessageMgr
Canal de Comunicação	DiscreteChannelMgr
Estruturação em árvore	DialogStructureMgr
Lixeira	TrashBinMgr
Avaliação	AssessmentMgr
Busca	SearchMgr
Permissões de acesso	PermissionMgr
Papéis	RoleMgr
Participantes	ParticipantMgr
Eventos	AwarenessMgr

Tabela 5.12. Mapeamento das funcionalidades do fórum de discussão do TelEduc

Mesmo possuindo interfaces com usuário complementemente distintas, a camada de negócio da aplicação pode ser reusada de modo a compartilhar funcionalidades e o suporte à colaboração. Os componentes do Collaboration Component Kit podem ser utilizados para instanciar ferramentas de outros groupwares.

5.5. Considerações Finais

Sistemas colaborativos são especialmente vulneráveis a falhas [Grudin, 1989], envolvem aspectos multidisciplinares em sua construção e são difíceis de desenvolver, manter, aplicar e testar. Isto é especialmente recorrente em ferramentas colaborativas para o ensino-aprendizagem, como o AulaNet, que normalmente envolve uma turma heterogênea, de curta duração e muitas vezes despreparada para a utilização da tecnologia no ensino-aprendizagem. A utilização de técnicas de desenvolvimento baseado em componentes é uma forma de desenvolver groupware extensível.

Através da componentização, o AulaNet se torna mais adaptável à variedade de grupos que o utilizam, que neste caso são compostos por alunos e professores de diferentes regiões do país e do mundo, e às diversas características dos cursos aplicados através dele, que variam no conteúdo (desde cursos para crianças até cursos de pós-graduação) e na abordagem pedagógica utilizada. Além disto, a dinâmica e o grupo evoluem com o tempo e não há como prever todas as demandas para o ambiente. A tecnologia de componentes é propícia para utilização em sistemas com requisitos instáveis ou imprecisos [Szyperski, 1997].

A nova versão do AulaNet provê um conjunto padrão de serviços adaptável para cada servidor. O desenvolvedor do ambiente utiliza componentes

interoperáveis para compor os serviços. São acoplados e desacoplados componentes de modo a montar ferramentas visando oferecer suporte às necessidades de colaboração de cada grupo. São experimentadas diversas configurações e, a partir da realimentação obtida com a utilização da ferramenta, é feita uma adaptação e refinamento, de modo a acompanhar a evolução do grupo e da dinâmica do curso.

O desenvolvimento baseado em componentes facilita a equipes externas ao projeto AulaNet, como pesquisadores de outras instituições, desenvolverem e adquirem novos serviços e incorporá-los ao ambiente. Para isto, não é necessário ter acesso ou entender o código fonte do ambiente, basta respeitar as interfaces e protocolos de comunicação definidos. Uma instituição pode desenvolver novos serviços e incorporá-los ao AulaNet. Passa a ser possível também encapsular ferramentas que não foram originalmente desenvolvidas para o ambiente, implementando um adaptador que faça a intermediação da comunicação e construindo um empacotamento de acordo com os padrões definidos no modelo de componentes. Além disto, pesquisadores podem usar a arquitetura componentizada do AulaNet para disponibilizar e testar seus protótipos de ferramentas colaborativas sem ter que construir um ambiente inteiro para isto. Ao utilizar um ambiente robusto, gratuito e largamente difundido, aumenta a chance de utilização e a abrangência da ferramenta desenvolvida.

Com equipes de outras instituições e empresas desenvolvendo novos serviços para o ambiente, a equipe AulaNet focará seus esforços na arquitetura, na integração dos diversos componentes e na pesquisa de novos mecanismos de colaboração. Instituições que forem usar o AulaNet o adequarão e o incrementarão de acordo com suas necessidades. Além disto, equipes especializadas poderão atuar nos diversos componentes e serviços do ambiente, o que vai ao encontro das necessidades da equipe de desenvolvimento do AulaNet na PUC-Rio, que é composta de alunos desenvolvendo seus trabalhos de curso. Normalmente, cada aluno está focado em um determinado aspecto da colaboração.

Na Seção 2.3 desta tese, foram apresentadas algumas dificuldades associadas ao uso da tecnologia de componentes freqüentemente citadas na literatura. Uma delas é relacionada com o esforço inicial de projeto e

implementação para montar a infra-estrutura do sistema e construir uma biblioteca robusta de componentes reusáveis. No caso desta tese, o custo inicial será amortizado nos sucessivos reusos e na esperada redução do custo de manutenção e evolução. As dificuldades relacionadas à incorporação de componentes provenientes de terceiros tem um impacto reduzido nesta tese, pois a maior parte dos componentes são desenvolvidos e utilizados internamente. Por fim, a dificuldade associada à mudança no processo de desenvolvimento está sendo tratada neste consórcio de pesquisa na tese de Mariano Pimentel [2006].

Na Seção 2.1.4 foi apresentada a arquitetura genérica para groupware proposta por Dewan [1998]. Na arquitetura de Dewan, o tratamento da semântica da aplicação é localizado em um servidor central, e em uma das camadas a arquitetura é ramificada para as estações clientes. Na arquitetura utilizada nesta tese, o servidor trata tanto a lógica de negócio quanto a construção da apresentação, pois os participantes interagem com o groupware através de um navegador web. A arquitetura apresenta um processamento da lógica de negócio nas estações clientes apenas nos casos onde o lado cliente do serviço é implementado através de um applet, como em algumas ferramentas de comunicação síncrona. Entretanto, por uma reivindicação da EduWeb, embasada em demandas do meio corporativo, os applets estão sendo evitados na nova versão do AulaNet, de modo a reduzir os problemas de configuração, segurança, portabilidade, entre outros. A nova versão do Debate já está sendo implementada através de um cliente HTML.

Tietze [2001] apresenta requisitos de usuário e de desenvolvedor que arquiteturas de groupware devem apresentar. A arquitetura proposta nesta tese atende aos requisitos de desenvolvedor, apresentados na Seção 2.1.1. Foi utilizada a linguagem de programação Java e uma extensão do modelo de componentes JavaBeans, ambos bem conhecidos e utilizados. Os *component frameworks* e os componentes encapsulam diversas complexidades técnicas de baixo nível e multidisciplinar, favorecendo o reuso da experiência e do conhecimento anterior (RD1). A centralização da arquitetura favorece o aproveitamento de modelos de dados existentes (RD2) e o compartilhamento transparente de dados (RD3). Dada a centralização da arquitetura cliente-servidor na web e a opção de não utilizar applets no ambiente, não há necessidade de suporte a dados locais (RD4). Alguns

dos componentes 3C disponibilizados tratam de informações de percepção, como o AwarenessMgr (RD5). Para disponibilizar novos serviços, basta implantar o arquivo correspondente na estrutura de diretórios definida (RD6). A escalabilidade é tratada pelos *component frameworks* e pelos frameworks de infraestrutura (RD7). Para integrar ferramentas externas ao ambiente, é desenvolvido um adaptador e a ferramenta é empacotada no formato definido no modelo de componentes (RD8). Por fim, os *component frameworks* apresentam recursos para execução intermitente de serviços e funcionalidades no servidor (RD9). Os requisitos de usuários são dependentes da aplicação colaborativa construída.

Neste capítulo, foram apresentados a arquitetura e os problemas encontrados no desenvolvimento do AulaNet 2.0 e os novos requisitos e a arquitetura para o AulaNet 3.0. Os estudos de casos apresentados ilustraram a capacidade de composição, de re-configuração, de customização e de extensão da solução. A abordagem vem se mostrando apropriada para o re-desenvolvimento do ambiente AulaNet e de seus serviços. Foram também coletados indícios da aceitação da abordagem e da arquitetura propostas nesta tese por especialistas da área acadêmica e da empresa EduWeb. A abordagem também foi utilizada por alunos da disciplina Engenharia de Groupware como parte do trabalho necessário para aprovação. A abordagem e a arquitetura também foram utilizadas para instanciar o fórum de discussão do ambiente TelEduc e foram comparadas com a literatura. Apesar de nenhum dos indícios isoladamente possibilitar tirar conclusões, no conjunto, foram considerados satisfatórios.