

# **AulaNet 3.0: desenvolvendo aplicações colaborativas baseadas em componentes 3C**

**Mariano Pimentel, Marco Aurélio Gerosa, Denise Filippo,  
Celso Gomes Barreto, Alberto Barbosa Raposo,  
Hugo Fuks, Carlos José Pereira de Lucena**

Depto. de Informática – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)  
R. Marquês de São Vicente, 225 – 22.453-900 – Rio de Janeiro – RJ – Brasil  
{mariano,gerosa,denise,celso,hugo,lucena}@inf.puc-rio.br

***Abstract.** In this paper, the development of groupware applications for the AulaNet learningware is addressed. This piece of software is currently evolving into version 3.0, which is component-based. The usage of the collaboration 3C Model (Communication, Coordination and Cooperation) to guide the development of AulaNet 3.0 services is discussed. The following topics are addressed: frameworks and component's kits built to support the groupware development; the services' architecture; the services' development process; and AulaNet's PDA version.*

***Resumo.** Neste artigo, aborda-se o desenvolvimento de aplicações groupware para o learningware AulaNet que está evoluindo para a versão 3.0 que é baseada em componentes. Discute-se como o Modelo 3C de colaboração (Comunicação, Coordenação e Cooperação) vem sendo usado para guiar o desenvolvimento dos serviços do AulaNet 3.0. Discute-se: os frameworks e os kits de componentes construídos para dar suporte ao desenvolvimento de groupware; a arquitetura elaborada para montar um serviço; o processo de desenvolvimento dos serviços; e a extensão do AulaNet para PDAs.*

## **1. AulaNet 3.0: por uma Engenharia de Groupware baseada no Modelo 3C**

Para desenvolver groupware de qualidade, é necessário entender de colaboração. No projeto de pesquisa apresentado neste artigo, a colaboração é analisada a partir do Modelo 3C, esquematizado na Figura 1, que se baseia na concepção de que para colaborar, um grupo tem que estabelecer adequada Comunicação, Coordenação e Cooperação. Este modelo foi elaborado a partir de refinamentos de conceitos presentes na literatura, como os modelos de [Ellis *et al.*, 1991; Teufel *et al.*, 1995 *apud* Borghoff e Schlichter, 2000; Laurillau e Nigay, 2002].

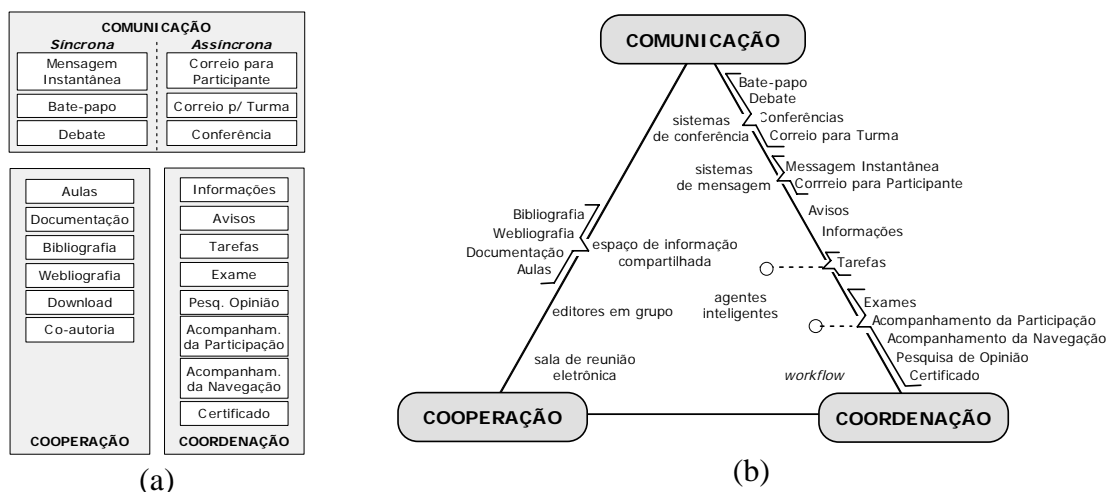
O Modelo 3C tem sido usado neste projeto de pesquisa para orientar toda a engenharia de desenvolvimento de aplicações groupware [Fuks *et al.*, 2005]. É esta engenharia que tem sido usada para desenvolver o AulaNet 3.0.



**Figura 1. Modelo 3C de colaboração**

O AulaNet [Lucena e Fuks, 2000; Fuks *et al.*, 2002] é um ambiente baseado numa abordagem groupware para o ensino-aprendizagem na Web que vem sendo desenvolvido desde junho de 1997 pelo Laboratório de Engenharia de Software (LES) da Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio). O ambiente AulaNet é distribuído gratuitamente nas versões em português, inglês e espanhol em <http://groupware.les.inf.puc-rio.br> e <http://www.eduweb.com.br>.

O AulaNet disponibiliza um conjunto de serviços para o docente selecionar os que serão usados em seu curso e configurá-los de acordo com as dinâmicas educacionais que serão realizadas nas turmas. Os serviços do AulaNet são classificados em função do modelo 3C de colaboração como esquematizado na Figura 2.a. Cada serviço do AulaNet corresponde à uma aplicação groupware, conforme o mapeamento na Figura 2.b.



**Figura 2. Serviços 3C do AulaNet 2.1**

Atualmente é distribuída a versão AulaNet 2.1. Nesta versão, tem-se enfrentado dificuldades para desenvolver novos serviços e evoluir os existentes, sendo apontadas causas como a baixa modularidade e o uso de um paradigma funcional (embora o código seja implementado através de classes). Estes problemas têm dificultado a integração de novos membros à equipe de desenvolvedores do AulaNet, bem como a atuação de equipes externas. Para resolver estes problemas, iniciou-se o Projeto AulaNet 3.0 cujo objetivo é reestruturar o código tornando-o baseado em componentes [Fuks *et al.*, 2003].

Nas próximas seções deste artigo, são apresentados os resultados já obtidos com o Projeto AulaNet 3.0, sendo focado o desenvolvimento dos serviços com base em componentes e no Modelo 3C de colaboração. Na seção 2, são apresentados os *frameworks* desenvolvidos neste projeto. Na seção 3, apresenta-se a arquitetura para montar um serviço a partir dos componentes. Na seção 4, apresenta-se o processo para o desenvolvimento dos serviços. A montagem destes serviços no AulaNet 3.0 e sua extensão para PDAs, são abordados na seção 5 de conclusão.

## 2. Frameworks e kits de componentes 3C

Um *framework* é uma estrutura genérica para criar uma família de aplicações que tem um domínio em comum. O núcleo comum e as partes que variam na família de aplicações são estruturadas num *framework* e seus componentes são configurados ou estendidos para o desenvolvimento de uma nova aplicação [Gimenes e Huzita, 2005; Sommerville, 2003]. Sendo *groupware* uma família de aplicações, identifica-se *framework* como uma boa técnica para facilitar o desenvolvimento de aplicações *groupware* específicas. No projeto AulaNet, foram desenvolvidos *frameworks* e kits de componentes para dar suporte ao desenvolvimento de *groupware* baseado no Modelo 3C [Gerosa *et al.*, 2005].

O AulaNet 3.0 possui dois níveis de componentização: serviços e componentes de colaboração. Os serviços oferecidos pelo ambiente (Debate, Conferências, Tarefas, Aulas, etc.) são componentes que podem ser adicionados ou removidos do AulaNet. Há uma estrutura comum que define o esqueleto de um serviço, um conjunto de interfaces que cada serviço deve implementar para ser encaixado ao AulaNet. Esta estrutura é disponibilizada através do *Framework Serviço de Colaboração*.

Cada serviço, por sua vez, é montado a partir de componentes 3C. Neste segundo nível de componentização, foram construídos os *Kits de Componentes de Comunicação*, *de Coordenação* e *de Cooperação*. Cada *Kit de Componente 3C* disponibiliza um conjunto de componentes prontos para serem usados na montagem de um novo serviço; também disponibiliza um conjunto de interfaces para construir um novo componente 3C.

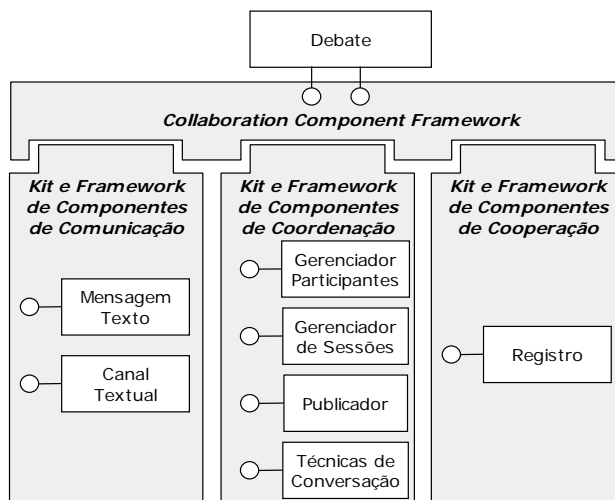


Figura 3. Montagem do serviço Debate a partir de frameworks e kits de componentes baseados no modelo 3C

A Figura 3 ilustra a construção do serviço Debate no AulaNet 3.0. O serviço implementa algumas interfaces do *Framework de Serviço de Colaboração* para que possa ser encaixado ao AulaNet. Este serviço é montado a partir da configuração de componentes 3C selecionados dos *Frameworks de Componentes*.

### 3. Arquitetura dos Serviços de Colaboração do AulaNet 3.0

Uma arquitetura de software expressa a organização estrutural dos componentes do sistema, estabelecendo os possíveis relacionamentos e regras para a organização dos componentes [Barroca *et al.*, 2000; Bass *et al.*, 1998]. A arquitetura elaborada para o AulaNet 3.0, conforme esquema apresentado na Figura 4, segue o padrão de projeto MVC (Model View Controller). Este padrão estabelece a separação entre modelo e visão, considerada uma boa prática de design de software [Fowler, 2002]. Aspectos exclusivos de uma camada não interferem nas outras camadas, por exemplo, só a camada de apresentação depende da tecnologia usada para exibir os resultados de uma operação. Além disso, uma camada depende apenas da camada imediatamente inferior. Estes dois princípios resultam em aplicações cujas modificações não se propagam entre as camadas [Johnson, 2002]. Os serviços e componentes do AulaNet são desenvolvidos baseados nesta arquitetura.

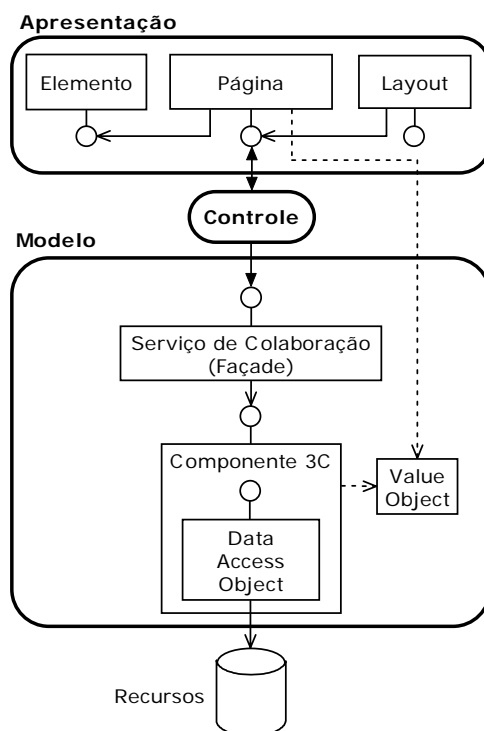
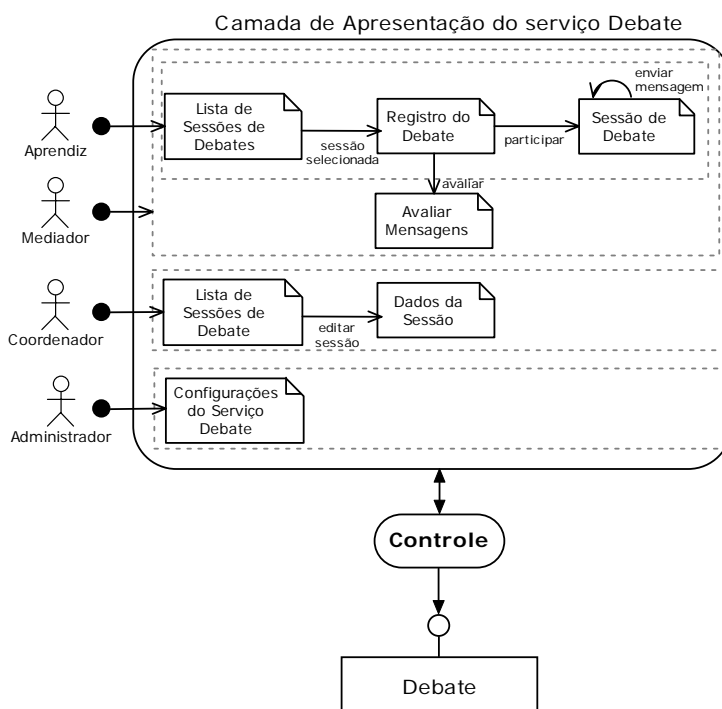


Figura 4. Arquitetura de serviços de colaboração do AulaNet 3

A visão (View) é a representação gráfica do modelo, sendo implementada nesta arquitetura através da tecnologia JSP e JSF. Esta camada é componentizada, tendo sido estabelecidos três tipos: componente Elemento, para apresentação de um tipo recorrente de informação como Título e Descrição; componente Página, que organiza os Elementos estabelecendo um modelo de página a ser usado pelos serviços para montar uma tela da seqüência de interação com o usuário; e componente Layout, que estabelece

a diagramação mais geral das páginas da aplicação. O controlador (Controller) coordena visão e modelo, e foi implementado no AulaNet 3.0 através do framework Spring-MVC [Walls e Breidenbach, 2005]. O modelo (Model) é composto de componentes não visuais que representam o domínio da aplicação. Classes que implementam o padrão de projeto Value Object são usadas para representar as entidades do modelo. Objetos desta classe são usados na comunicação entre modelo e visão [Alur *et al.*, 2001]. Na arquitetura elaborada, o modelo é estruturado em componentes 3C que são usados na montagem de serviços de colaboração. O serviço também é um componente e implementa o padrão de projeto Façade, cujo objetivo é simplificar o acesso a um subsistema oferecendo uma interface em mais alto nível e reduzindo a dependência entre subsistemas [Gamma, 1995]. É o ponto de entrada para a camada de negócios onde são acrescentados aspectos como demarcação de transações, logs, controle de acesso, etc. Cada serviço é montado com componentes 3C. Alguns dos componentes 3C são persistentes, sendo usado o padrão DAO (Data Access Object) cujo objetivo é separar o código que trata de persistência de dados do código da lógica de negócios [Johnson, 2004].



**Figura 5. Camada de Apresentação do serviço Debate**

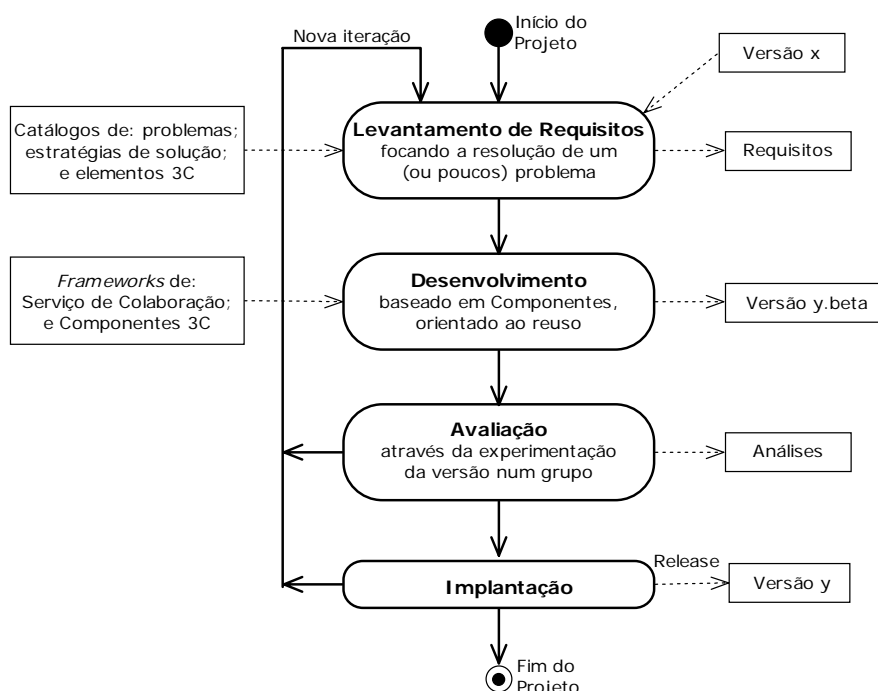
Na Figura 5, encontra-se esquematizada a seqüência de páginas montadas para a camada de apresentação do serviço Debate. Conforme a arquitetura para o desenvolvimento de serviços de colaboração do AulaNet 3.0 (Figura 4), esta camada encontra-se isolada da camada de modelo do serviço (Figura 3).

#### **4. Processo de desenvolvimento de groupware baseado em componentes 3C**

Mesmo que se construa uma boa aplicação groupware para um determinado grupo para uma determinada situação, com o tempo esta aplicação é usada em novas situações onde são identificados novos problemas – a aplicação precisará ser modificada para não se

tornar inadequada. Com a experiência acumulada com o Projeto AulaNet, foi formalizado um processo para o desenvolvimento evolucionário de aplicações Groupware, apresentado nesta seção.

Um processo de software é uma seqüência de passos que leva à produção de um produto de software. Não há um processo ideal e não se pode demonstrar que um processo é sempre melhor que outro. Coexistem abordagens inteiramente diferentes para o desenvolvimento de software. A abordagem evolucionária tem se mostrado adequada e, mais recentemente, o Desenvolvimento Baseado em Componentes [Sommerville, 2003; Beck, 2004; Gimenes e Huzita, 2005], tornando-se conhecidos processos como *UML Components* [Cheesman e Daniels, 2001] e *Rational Unified Process* [Philippe, 2003]. O processo formalizado durante o Projeto AulaNet para o desenvolvimento de aplicações groupware é evolucionário e baseado em componentes 3C. As principais etapas deste processo encontram-se esquematizadas na Figura 6.



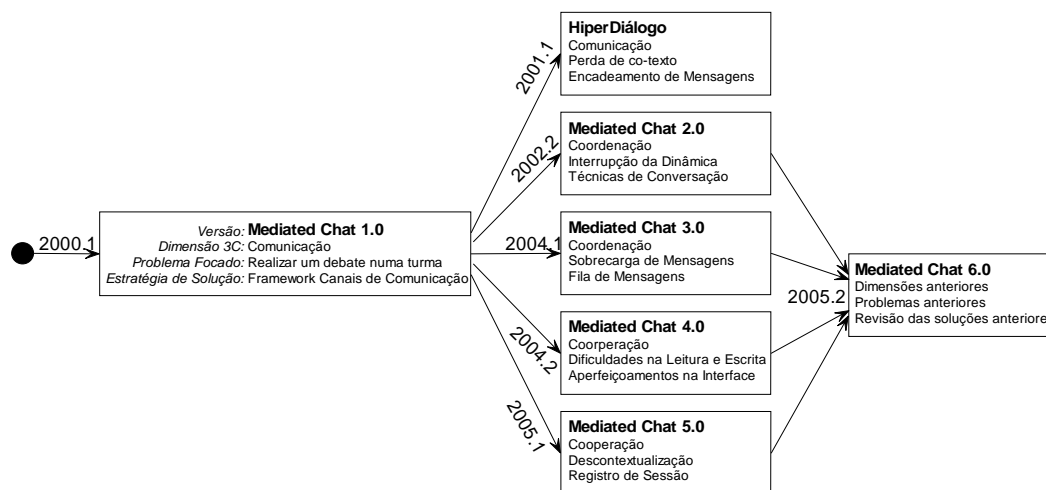
**Figura 6. Processo de desenvolvimento de groupware baseado em componentes 3C**

Um processo não é para ser seguido estritamente. O processo organiza, em linhas gerais, uma seqüência de passos onde são incorporadas diretrizes e boas práticas que, quando seguidas, um projeto razoável é obtido como resultado [Sommerville, 2003; Beck, 2004; Philippe, 2003]. Das ‘boas práticas’ que foram incorporadas ao processo esquematizado na Figura 6, destacam-se:

- **Desenvolvimento iterativo e investigativo focando um problema por vez**

Desenvolver software, especialmente groupware, é resolver problemas. Geralmente, um projeto de groupware inicia porque as aplicações existentes não satisfazem as necessidades de um grupo, sendo identificado um conjunto de problemas que se deseja resolver. Uma boa prática é tentar resolver um problema por vez. A cada vez (iteração), seleciona-se uma estratégia para tentar resolver o problema enfocado. Para implementar

a estratégia de solução numa versão, são estabelecidos os Requisitos. Desenvolve-se, então, a versão beta do groupware para que possa ser avaliada através da experimentação num grupo. A partir da análise de dados coletados da experimentação, pode-se concluir que a versão está suficientemente adequada e pode ser liberada para o uso. Ou então, pode-se identificar ajustes nos requisitos ou novos problemas que ainda precisam ser resolvidos dando início a uma nova iteração. Esta seqüência de atividades aproxima o processo de desenvolvimento de software ao processo de realização de uma pesquisa.

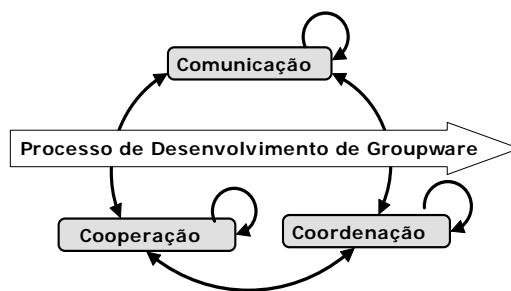


**Figura 7. Desenvolvimento das versões Mediated Chat do serviço Debate**

A Figura 7 esquematiza as versões do serviço Debate que já foram desenvolvidas no Projeto AulaNet (especificamente, as versões do módulo denominado Mediated Chat que encontra-se na página “Sessão de Debate” onde os participantes trocam mensagens sincronamente). A partir da versão 1, novas versões têm sido desenvolvidas para tentar reduzir os problemas relacionados à confusão do bate-papo [Pimentel *et al.*, 2005]. Um único problema específico foi focado no desenvolvimento de cada versão, o que possibilitou compreender melhor o problema e a solução experimentada, e possibilitou identificar novos problemas que ainda precisavam ser resolvidos, realimentando o processo evolucionário de desenvolvimento deste serviço.

- **Desenvolvimento com base no Modelo 3C de Colaboração**

Outra boa prática é o uso do Modelo 3C de colaboração para guiar as etapas do desenvolvimento de groupware. No Projeto AulaNet, este modelo tem sido usado para classificar os problemas, as estratégias de solução e as funcionalidades das aplicações de um domínio (exemplos apresentados nas descrições das versões na Figura 7). Como abordado na seção 2 deste artigo, o modelo 3C também tem sido usado nos frameworks e kits de componentes para montar novas aplicações groupware. Portanto, no processo aqui apresentado, tanto a etapa Levantamento de Requisitos quanto a etapa de Desenvolvimento são fundamentadas no modelo 3C.



**Figura 8. Modelo 3C para guiar o processo de desenvolvimento de Groupware**

De acordo com o processo, no desenvolvimento de uma versão da aplicação groupware deve-se focar apenas uma das dimensões 3C, conforme esquematizado na Figura 8. Assim, a aplicação groupware vai sendo modificada resolvendo-se ora um problema de comunicação, ora de coordenação, ora de cooperação.

- **Desenvolvimento Orientado ao Reuso**

No processo aqui apresentado, o reuso está presente na etapa Levantamento de Requisitos, pois esta etapa apóia-se no uso de catálogos 3C. Estes catálogos são construídos para um domínio das aplicações groupware e sistematizam para o reuso as informações coletadas da família de aplicações existentes, da literatura, de especialistas ou mesmo com a evolução do projeto. Por exemplo, em [Fuks *et al.*, 2003], foram organizadas diversas informações sobre as aplicações groupware de comunicação que alimentaram os catálogos deste domínio desenvolvidos para o Projeto AulaNet, sendo reusados no desenvolvimento das versões do serviço Debate (Figura 7). No processo aqui apresentado, o reuso também está presente na etapa Desenvolvimento, pois esta etapa apóia-se no uso de *frameworks* e *kits* de componentes como descrito na seção 2.

## 5. Conclusão

Este artigo apresentou os resultados obtidos com o desenvolvimento dos serviços do AulaNet 3.0. O desenvolvimento baseado em componentes e no Modelo 3C aumentou a modularidade e organizou o domínio desta aplicação, facilitando assim o reuso e manutenção dos serviços do AulaNet, problemas que eram enfrentados na versão 2.1. Os serviços, agora montados a partir de componentes 3C como descrito neste artigo, estão sendo desenvolvidos para que seja lançada a versão AulaNet 3.0 – Figura 9.a.



a) AulaNet 3.0 para Desktop



b) AulaNet-M para PDA

**Figura 9. Projetos AulaNet**



O Projeto AulaNet-M [Filippo et al., 2005] – Figura 9.b – é uma extensão do AulaNet 3.0 para equipamentos móveis. Este projeto tem possibilitado consolidar os resultados apresentados neste artigo. O AulaNet-M reusa os frameworks e componentes 3C, sendo desenvolvidos alguns componentes para lidar com funcionalidades típicas da computação móvel como, por exemplo, a localização do usuário. Dadas as restrições dos navegadores (*browsers*) e as telas reduzidas dos equipamentos móveis, as camadas de apresentação dos serviços tiveram que ser adaptadas. Novamente, a componentização desta camada possibilitou o reuso e facilitou o desenvolvimento de novos componentes de apresentação sem que fosse preciso modificar a camada de modelo e a lógica de negócio, confirmando assim a adequação da arquitetura projetada para o AulaNet 3.0. Por fim, o processo de desenvolvimento de groupware tem se mostrado útil para guiar a adequação dos serviços do AulaNet 3.0 para a versão AulaNet-M.

Os projetos AulaNet 3.0 e AulaNet-M têm indicado a viabilidade e auxiliado a especificação de uma Engenharia de Groupware baseada no Modelo 3C – objetivo maior do projeto de pesquisa apresentado neste artigo.

### **Agradecimentos**

O Projeto AulaNet é parcialmente financiado pela Fundação Padre Leonel Franca e pelo Ministério da Ciência e Tecnologia através do projeto Sistemas Multi-Agentes para a Engenharia de Software (ESSMA) bolsa nº 552068/2002-0. Também é financiado pelas bolsas individuais do CNPq: Carlos Lucena nº 300031/92-0, Hugo Fuks nº 303055/02-2, e Marco Gerosa nº 140103/02-3. Mariano Pimentel recebe bolsa CCPG/VRAC PUC-Rio. Celso Barreto recebe bolsa da CAPES.

### **Referências**

- Alur D., Crupi J., e Malks D. (2001) *Core J2EE Patterns: Best Practices and Design Strategies* EUA: Prentice Hall.
- Barroca, L., Hall, J. e Hall, P. (2000) *Software architectures, advances and application*. Berlim: Spring-Verlag.
- Bass, L., Clements, P. e Kazman, R. (1998) *Software architecture in practice*. EUA: Addison Wesley.
- Beck, K. (2004) *Programação extrema explicada: acolha as mudanças*. Porto Alegre: Bookman.
- Borghoff, U.M. and Schlichter, J.H. (2000): *Computer-Supported Cooperative Work: Introduction to Distributed Applications*. Springer, USA.
- Cheesman, J. e Daniels, J. *UML Components*. EUA: Addison-Wesley, 2001.
- Ellis, C.A., Gibbs, S.J. & Rein, G.L. (1991): *Groupware - Some Issues and Experiences*. *Communications of the ACM*, Vol. 34, No. 1, pp. 38-58.
- Filippo, D., Fuks, H. e Lucena, C.J.P. (2005) *AulaNetM: Extension of the AulaNet Environment to PDAs*. *CEUR Workshop Proceedings Workshop 10 - Context and Groupware. Fifth International and Interdisciplinary Conference on Modeling and Using Context (Context 2005)*, Vol. 133, Paris, 5-8 Julho.

- Laurillau, Y. & Nigay, L. (2002) Clover architecture for groupware, Conference on Computer-Supported Cooperative Work (CSCW), pp. 236 – 245.
- Fowler, M. *Patterns of Enterprise Application Architecture*. Addison-Wesley, 2002.
- Fuks, H., Raposo, A.B., Gerosa, M.A., Lucena, C.J.P. (2005) “Applying the 3C Model to Groupware Development”, *International Journal of Cooperative Information Systems (IJCIS)*, v.14, n.2-3, Jun-Sep 2005, World Scientific, pp. 299-328.
- Fuks, H., Gerosa, M.A. e Pimentel, M. (2003) Projeto de Comunicação em Groupware: Desenvolvimento, Interface e Utilização. XXII Jornada de Atualização em Informática. XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, V2, Cap. 7, p. 295-338.
- Fuks, H., Gerosa, M.A. e Lucena, C.J.P. (2002), “The Development and Application of Distance Learning on the Internet”, *Open Learning Journal*, V. 17, No. 1, Fevereiro. Cartafax Pub., p. 23-38.
- Gamma, E., Helm, R., Johnson, R. e Vlissides, J. (1995) *Design Patterns: Elements of reusable object-oriented software*. Reading: Addison Wesley.
- Gerosa, M.A., Raposo, A.B., Fuks, H. e Lucena, C.J.P. (2004) Uma Arquitetura para o Desenvolvimento de Ferramentas Colaborativas para o Ambiente de Aprendizagem AulaNet. XV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE 2004, Novembro. Manaus: SBC, p. 168-177.
- Gerosa, M.A., Pimentel, M., Raposo, A.B., Fuks, H. e Lucena, C.J.P. (2005) Towards an Engineering Approach for Groupware Development: Learning from the AulaNet LMS Development. Proc. of the 9th International Conference on CSCW in Design (CSCWiD), vol. 1, p. 329-333. Coventry, U.K., Maio.
- Gimenes, I.M.S (org.), e Huzita, E.H.M (org.) (2005) *Desenvolvimento Baseado em Componentes: Conceitos e Técnicas*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2005.
- Johnson, R. (2004): *Expert One-on-One J2EE Development without EJB*. Wiley Publishing Inc., 2004.
- Lucena, C.J.P., Fuks, H. (2000) Professores e Aprendizes na Web: A Educação na Era da Internet. Rio de Janeiro, Editora Clube do Futuro.
- Philippe, K. (2003) *Introdução ao RUP – Rational Unified Process*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.
- Pimentel, M., Fuks, H. e Lucena, C.J.P. (2005) Mediated Chat Development Process: Avoiding Chat Confusion on Educational Debates. *Computer Supported Collaborative Learning*, Taiwan, May-June, p. 499-503.
- Sommerville, I. *Engenharia de Software*. 6 ed. São Paulo: Addison Wesley, 2003.
- Teufel, S., Sauter, C., Mühlherr, T., Bauknecht, K. (1995) *Computerunterstützte Gruppenarbeit*. Bonn: Addison-Wesley.
- Walls, C. e Breidenbach, R. (2005) *Spring in Action*. EUA: Manning.