

Ensino de Engenharia de Software e Padrões de Projeto usando Objetos de Aprendizagem de Autoria Híbrida

Ismar Frango Silveira, Juliano Schimiguel, Carlos Fernando de Araújo Jr.

Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL)
R. Dr. Ussiel Cirilo, 225 – 08060-070 – São Paulo – SP – Brasil

{ismar.silveira,juliano.schimiguel,carlos.araujo}@unicsul.br

Abstract. *The process of Learning Objects (LOs) authoring could be classified in Static, Dynamic and Hybrid authoring, this one when LO's creation process is meant to be realized by any educational process actors, at any time along student-teacher present or distant interaction. Bringing students to the center of authoring process turn the attention to their motivation, besides stimulating their autonomy and augmenting their responsibility with to the group. This paper shows a case study performed in a Software Engineering post-graduate syllabus, where through the usage of an electronic blackboard and a collaborative virtual environment, it was possible to establish LOs hybrid authoring strategies, resulting in a high degree of participation of students.*

Resumo. *O processo de autoria de Objetos de Aprendizagem (Learning Objects - LOs) pode ser categorizado em Autoria Estática, Dinâmica ou Híbrida, esta última quando o processo de criação dos LOs pode ser realizada por qualquer um dos atores do processo educacional, em qualquer momento da interação aluno-professor, quer presencialmente ou a distância. Ao trazer o aluno para o centro do processo de autoria, trabalha-se com a motivação do mesmo, além de estimular sua autonomia e aumentar sua responsabilidade perante o grupo. Este artigo relata um estudo de caso realizado em uma disciplina de Engenharia de Software ministrada para uma turma de um Lato Sensu em Engenharia de Websites. Através do uso de uma lousa eletrônica e um ambiente virtual colaborativo, foi possível estabelecer estratégias de autoria híbrida de LOs para o curso, o que resultou em um alto grau de participação e aproveitamento da turma.*

1. Introdução

O Ensino de disciplinas da linha de Engenharia de Software no âmbito de cursos de pós-graduação *lato sensu* na área de Computação enfrenta alguns dilemas que advêm de um antigo paradoxo: se esta é apresentada como uma disciplina eminentemente teórica, pode não motivar o aluno, visto que o público-alvo de cursos dessa natureza tende a ser formado por egressos da graduação com um foco bastante aplicado; se, por outro lado, são empregadas estratégias pedagógicas eminentemente práticas, a variação de *backgrounds* conceituais naturalmente presentes em salas heterogêneas pode causar empecilhos ao processo de ensino-aprendizagem.

Práticas pedagógicas devem ser empregadas de maneira a permitir aos alunos vivenciarem seus próprios processos de construção de conhecimento, o que só se torna possível trazendo-se o aluno para o centro do processo de ensino-aprendizagem, o que inclui ser ele um ator participante na própria autoria do material instrucional do curso.

Isto posto, o presente artigo versa sobre uma experiência pedagógica nesse sentido, levada a cabo no ano de 2006, utilizando-se de processos híbridos de autoria de Objetos de Aprendizagem (*Leraning Objects* – LOs). No contexto deste artigo, será utilizada a definição dada por Wiley (2000) para LOs: “qualquer recurso digital que possa ser usado, reutilizado ou referenciado para o suporte ao ensino”.

2. Autoria de Objetos de Aprendizagem

Há diversas classificações possíveis para o processo de autoria de objetos de aprendizagem, sendo possivelmente as classificações mais relevantes consideradas de acordo com a forma de criação, colaboração e interação com os mesmos. Nesse contexto, serão apresentadas várias classificações para o processo de autoria e compartilhamento dos objetos de aprendizagem que compõem o conteúdo relativo a uma dada área do conhecimento, sobre a qual se almeja que o aprendiz adquira uma determinada competência.

Uma primeira classificação, essencial para a elaboração de sistemas de apoio ao processo de autoria, baseia-se na forma pela qual pretende-se suportar este processo. Assim sendo, de acordo com as possibilidades de elaboração de conteúdo, esboçam-se aqui três possíveis classificações para o processo de autoria: estática, dinâmica e híbrida.

Na autoria estática, como definida por Silveira (2003), o autor constrói e disponibiliza os objetos de aprendizagem antes de haver qualquer interação com seus potenciais usuários. Em geral, tais objetos de aprendizagem constituem um conteúdo para utilização expositiva, não sendo necessariamente projetado para sistemas com colaboração em tempo real. Tal tipo de autoria é largamente utilizado hoje e suportado pela maioria das ferramentas de autoria, notadamente em sistemas hipermídia. Um bom exemplo disso são páginas HTML previamente confeccionadas e disponibilizadas para acesso, com ou sem recursos hipermídia. Este tipo de autoria é, indubitavelmente, o mais utilizado em sistemas de apoio ao ensino [Tessarolo, 2000], possivelmente por sua facilidade na inserção e elaboração de conteúdo, mas com as desvantagens decorrentes de tal tipo de autoria, como a centralização, na figura do professor, da responsabilidade de criação e disponibilização dos objetos de aprendizagem. Além disso, de acordo com a tecnologia utilizada, os objetos de aprendizagem podem vir a ter seu reuso ameaçado, como objetos baseados puramente em HTML, por exemplo.

A Figura 1, inspirada em Araújo Jr. et al. (2002) e Silveira (2003) mostra um Diagrama de casos de uso, em notação UML [Booch et al., 2006], que modela as várias atividades de criação de conteúdo didático-pedagógico, através da Autoria Estática. Os principais atores que aí comparecem são o Professor ou Especialista em um determinado assunto e o *WebEngineer*, encarregado de elaborar e disponibilizar o material do curso.

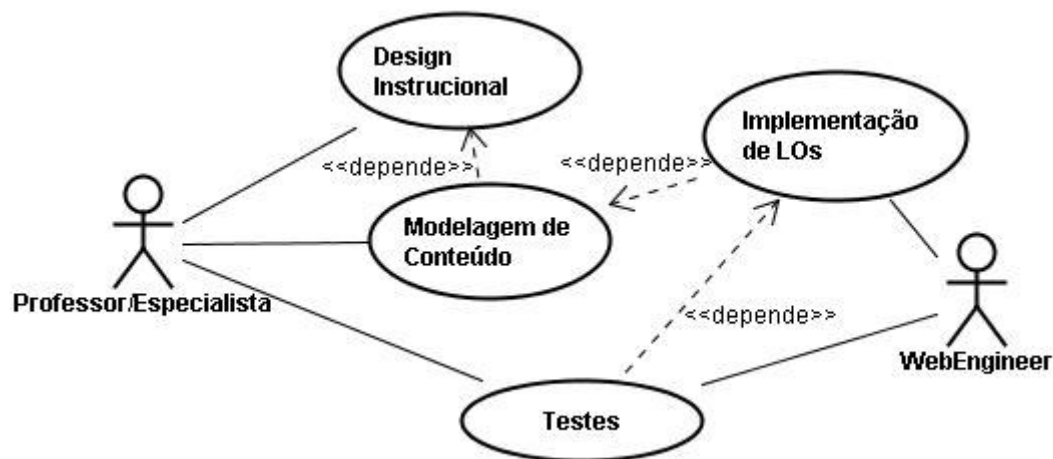


Figura 1. Autoria Estática

O Professor/Especialista, desempenha papéis similares a um Especialista no desenvolvimento de Sistemas Especialistas clássicos de Inteligência Artificial [Giarratano e Riley, 2004] - mas não limitados a estes -, e o *WebEngineer*, termo sugerido por Araújo Jr. et al. (2002a) assume responsabilidades geralmente associadas às atividades de Engenharia de Software. Também, muitas vezes, o *WebEngineer* é um artista gráfico, especialista em elaborar páginas de forte apelo visual e perceptivo.

Em relação ao Professor/Especialista, as principais responsabilidades em relação à Autoria Estática estão representadas na Figura 1 pelos casos de uso Design Instrucional e Modelagem de Conteúdo. O outro ator, rotulado como *WebEngineer*, realiza boa parte dos papéis comumente atribuídos ao Engenheiro do Conhecimento em Sistemas Especialistas clássicos, e na Figura 1 tem suas tarefas realizadas através do caso de uso Implementação dos Objetos de Aprendizagem. Estas tarefas são relacionadas ao processo de elaborar formas de apresentação dos objetos de aprendizagem planejados pelo Professor/Especialista sobre as estratégias didático-pedagógicas estabelecidas também por ele. O caso de uso Testes é de responsabilidade de ambos os atores, e poderia ainda ser estendido a um subconjunto do público alvo, e em considerando o ciclo de vida de prototipação, deve ser executado de maneira gradual e modular, de acordo com o *release* de cada protótipo, fruto da fase de Implementação do Conteúdo Estático.

Por outro lado, o processo de Autoria Dinâmica consiste na construção de objetos de aprendizagem que sejam elaborados de forma colaborativa, geralmente durante o processo de interação com os demais participantes do processo educacional. Tal processo pode ser suportado por algumas ferramentas de CSCL [Tessarolo, 2000].

Considera-se aqui toda e qualquer contribuição dos principais agentes do processo educacional – alunos e professores - como conteúdo advindo do *momentum* de interação que configura uma aula. Assim, mensagens postadas de maneira assíncrona em fóruns ou listas públicas de discussão, bem como conversas em salas de bate-papo, são considerados candidatos a objetos de aprendizagem resultantes da interação entre professor e alunos, ou mesmo, destes com o sistema de CSCL.

Boa parte dos sistemas de CSCL que dá suporte a tal tipo de autoria permite o armazenamento de tais objetos de aprendizagem de forma a que estes sirvam ao processo educacional da mesma maneira que os seus correspondentes estáticos, porém sem a presença do *WebEngineer*, e tampouco das fases de Autoria Estática observadas anteriormente, na Figura 1. Exceção seja feita, contudo, a sistemas onde há o papel do Moderador, tanto na criação síncrona quanto na assíncrona, papel este que pode ser desempenhado pelo Professor/Especialista ou pelo *WebEngineer*, apesar de consistir em tarefas não específicas a tais atores, como: controle administrativo de acesso dos agentes, seleção dos objetos de aprendizagem dinâmicos etc.

A Figura 2 mostra um Diagrama de casos de uso que modela as várias atividades de criação de conteúdo didático-pedagógico, através da Autoria Dinâmica, sem levar em consideração o papel do Moderador. Nesta figura aparece como um dos atores o Aluno/Aprendiz, o que demonstra a importância desse tipo de autoria na construção de sistemas de CSCL centrados no aluno, nos quais o papel do Professor/Especialista é, principalmente, o de facilitador do processo de aquisição de conhecimento.

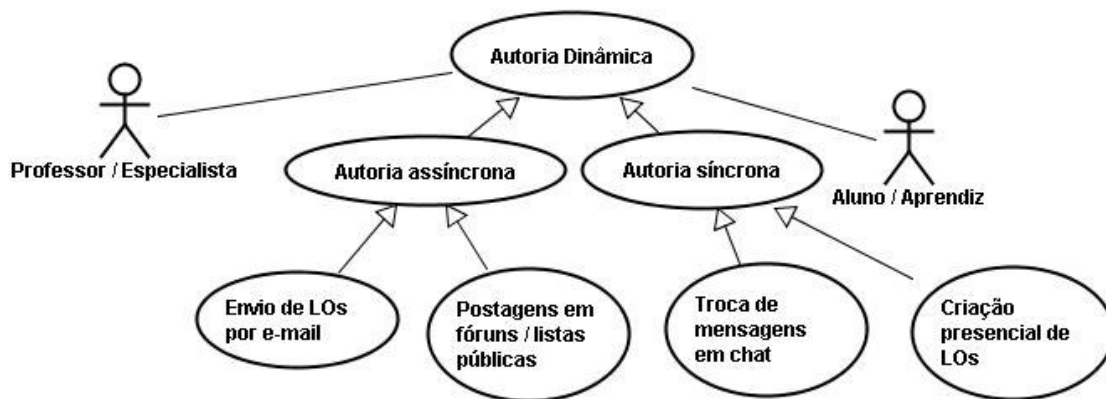


Figura 2. Autoria Dinâmica

Há de se ressaltar o caso de uso “Criação presencial de LOs”, que prescinde de ambientes virtuais para promover a construção dos objetos, mas volta a necessitar deles para compartilhá-los. Em se considerando a definição de Wiley (2000) para LOs, é necessário ainda ambientes de autoria colaborativa de LOs, ou suporte de dispositivos de interação para a criação colaborativa de LOs, como lousas eletrônicas.

Contrapondo-se os dois tipos de autoria, crê-se que a visão mais adequada em relação a tais processos de autoria é encarando-os como complementares, seguindo o princípio de Vygotsky (1998), que defende o processo de construção de conhecimento como uma conjunção da interação sócio-cultural entre os participantes do processo educacional, aliada à ativação de mecanismos pessoais e subjetivos de construção do conhecimento obtido a partir o processo de interação. Assim, a Autoria Dinâmica proporciona os subsídios sócio-interativistas para a construção do conhecimento, a qual pode ser sedimentada com o apoio do conteúdo obtido, através do processo de Autoria Estática.

Já na Autoria Híbrida, o processo de autoria pode ser conduzido de maneira dinâmica, podendo utilizar-se de conteúdo criado estaticamente. Este tipo de autoria é, geralmente, obtido combinando-se ferramentas tradicionais de autoria com um sistema

de CSCL, que permita a integração e estruturação dos conteúdos elaborados estaticamente com os que assim o foram dinamicamente. É nesse tipo de autoria que se enquadram boa parte das ferramentas de CSCL hoje disponíveis [Tessarolo, 2000] e todos os demais que proporcionam um ferramental colaborativo para interação entre agentes, além do suporte a conteúdo oriundo de processos de Autoria Estática. Contudo, o que se verifica é uma priorização da Autoria Estática em detrimento às demais. A Figura 3 exibe um Diagrama de Casos de Uso para a Autoria Híbrida, que mescla aspectos das Figuras 1 e 2.

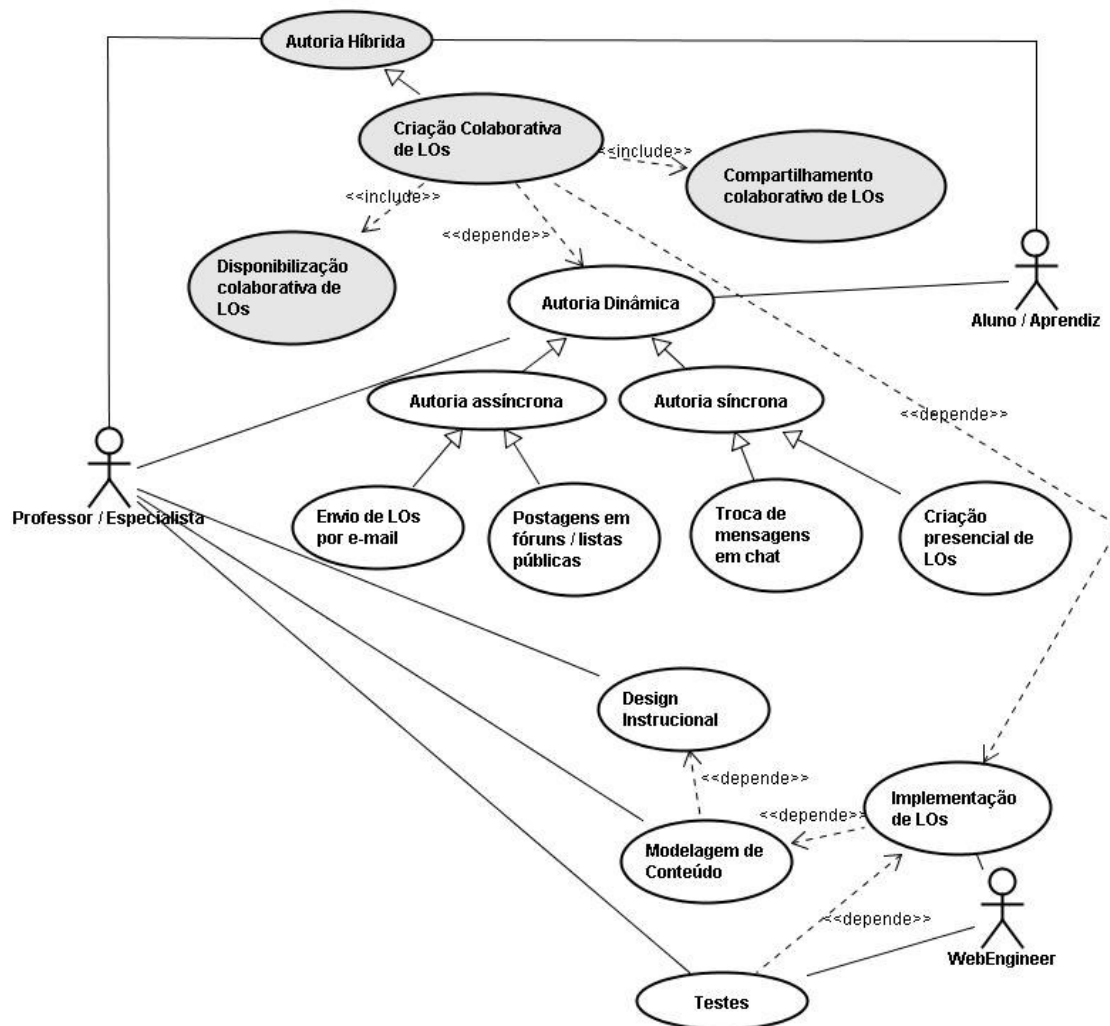


Figura 3. Autoria Híbrida

O próximo item irá discorrer sobre o Estudo de Caso, demonstrando a aplicação desta última estratégia de autoria em um curso de Pós-graduação.

3. Estudo de Caso

O estudo de caso deste artigo foi levado a cabo em uma disciplina de Engenharia de Software no contexto de um curso de Especialização em Engenharia de Websites com ênfase no framework Microsoft .NET. Uma vez que o público deste curso é composto de alunos egressos de cursos de Computação e áreas afins, a disciplina aborda técnicas

mais sofisticadas relativas ao processo de desenvolvimento de software, posto que os alunos já vivenciam na graduação disciplinas clássicas de Engenharia de Software. Está prevista na ementa da disciplina uma revisão generalizada de modelagem utilizando UML e uma abordagem ampla de Padrões de Projeto com ênfase nos padrões GoF [Gamma et al., 1995], que é um tópico não comumente tratado em cursos de graduação [Silveira e Silva, 2006].

Da mesma forma que é um tópico adequado para estudos em pós-graduação, trata-se igualmente de um assunto cuja compreensão plena exige um altíssimo grau de abstração do aluno, bem como uma vivência efetiva em desenvolvimento orientado a objetos. Como nem todos os alunos possuem tal background, a possibilidade de insucesso na aprendizagem é real e ronda as vidas acadêmicas dos alunos envolvidos com esta disciplina. Do ponto de vista da motivação e da participação, é essencial que os alunos sejam capazes de acompanhar o raciocínio por trás do desenvolvimento de estudos em um padrão de projeto, especialmente no que diz respeito à sua estrutura e aplicabilidade. Entretanto, caso o aluno não esteja devidamente motivado para aprender um novo padrão, a aprendizagem neste ponto será ineficaz, causando brechas muitas vezes irreparáveis na formação destes cidadãos.

O que se propôs para esta turma foi trabalhar com Autoria Híbrida de LOs, processo este suportado por uma lousa eletrônica – o que veio a motivar a efetiva participação dos alunos na aula presencial (e registro da mesma) – e por um ambiente virtual colaborativo, para os encontros não-presenciais. Pretendeu-se com isso facilitar os processos de aprendizagem e colaboração no contexto da disciplina.

Processos de Autoria Dinâmica foram inicialmente empregados no sentido de motivar os estudantes a produzirem versões preliminares de Diagramas de Classes utilizando a lousa eletrônica. Um exemplo deste processo de autoria pode ser observado na Figura 4.

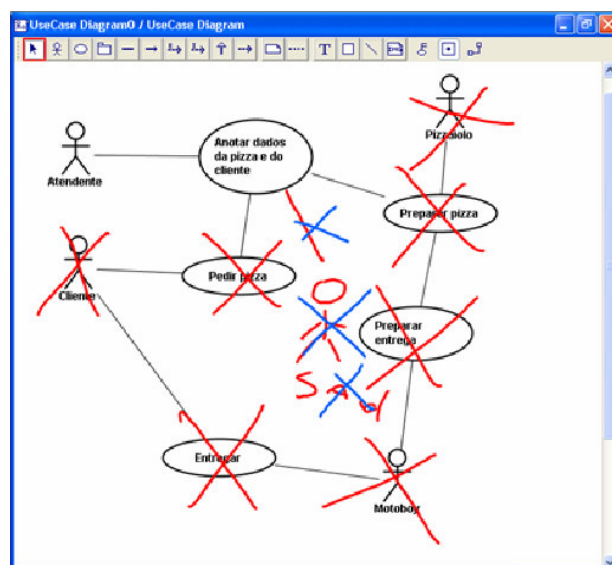


Figura 4. Diagrama de Classes após ciclos de criticismo com Autoria Dinâmica

Através de técnicas pedagógicas de inspiração socrática [Brown e Keeley, 2006], ao mesmo tempo em que se baseava em processos iterativos de software, aplicavam-se

seções de criticismo coletivo a respeito dos diagramas, procurando promover o processo de construção de conhecimento, de maneira que os padrões iniciais pudessem ser aos poucos descobertos e aplicados pelos próprios alunos em seus diagramas. A Figura 4 exibe um LO criado por Autoria Dinâmica por um aluno, representando um Diagrama de Casos de Uso, que estaria correto do ponto de vista de *Business Modeling* [Conallen, 2003], mas que após alguns ciclos de criticismo, os alunos, sob mediação presencial do professor, verificaram que não era adequado para representação sistêmica.

Um exemplo dessa situação pode ser observado nas Figuras 5(a-b-c), que retratam alguns LOs gradualmente agregados em um recurso de aprendizagem de granularidade mais grossa, de acordo com o seu processo de construção colaborativa por Autoria Dinâmica.

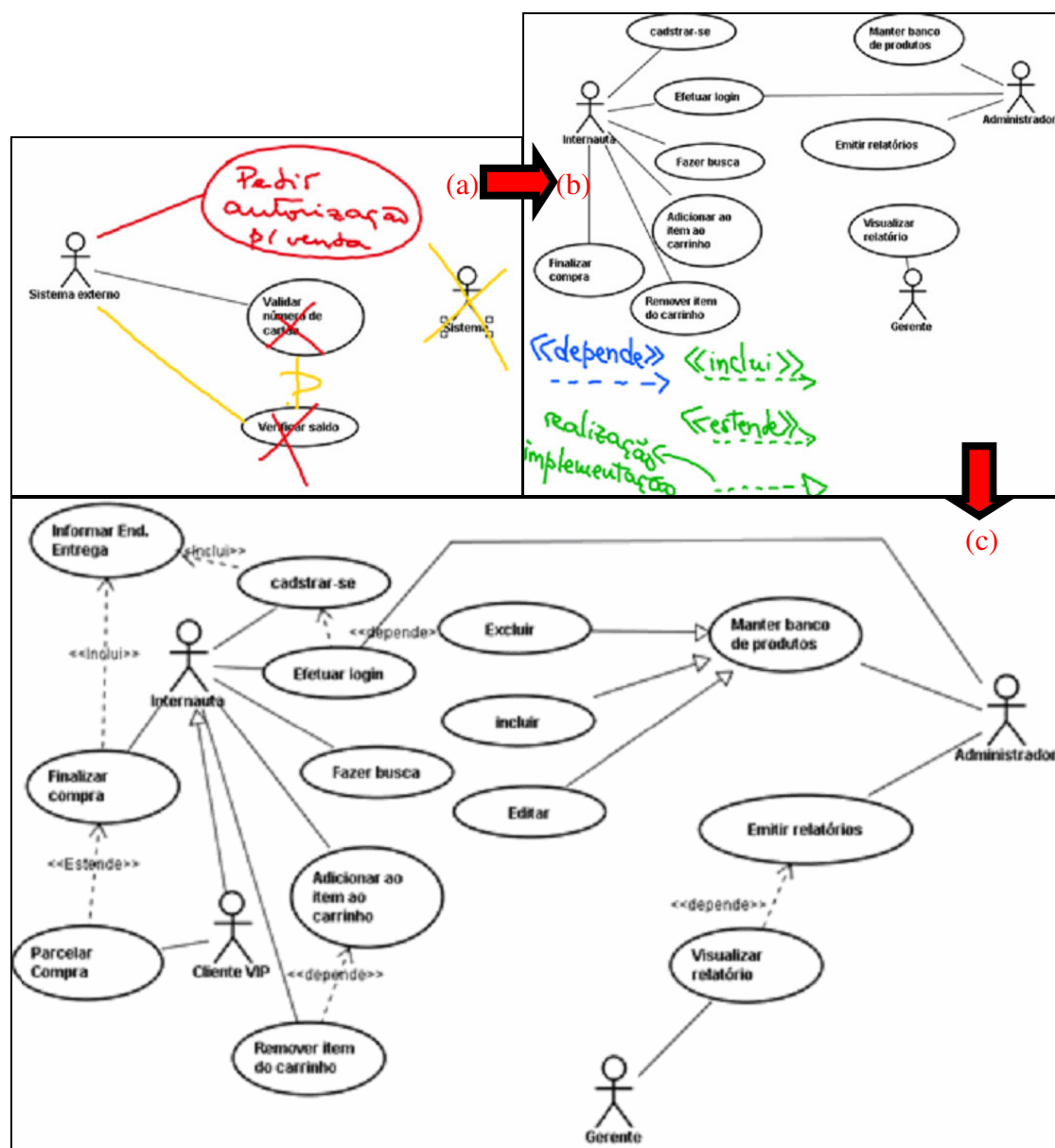


Figura 5. Diagrama de Casos de Uso gerados colaborativamente através de Autoria Dinâmica. No sentido horário: (a) iterações iniciais com criticismos (b) iterações intermediárias com intervenção docente (c) iteração final

Ao disponibilizar o LO modificado dinamicamente pelos alunos em um ambiente virtual, os mesmos, ao acessá-lo novamente, podem reconstruir o processo cognitivo por trás da sessão de criticismo, o que auxilia sobremaneira no estabelecimento de processos cognitivos intrapessoais, conforme defende Vygotsky (1998).

Também para outras fases da disciplina a mesma metodologia foi aplicada. A Figura 6 mostra um *screenshot* de um diagrama rascunhado eletronicamente e colaborativamente pelos alunos via lousa eletrônica e compartilhado via ambiente virtual. O diagrama é um espelho do processo de aprendizagem após algumas iterações, com alguns padrões GoF criacionais (*Factory Method* e *Abstract Factory*) já identificados e aplicados, assim como um padrão GoF estrutural (*Composite*) proposto.

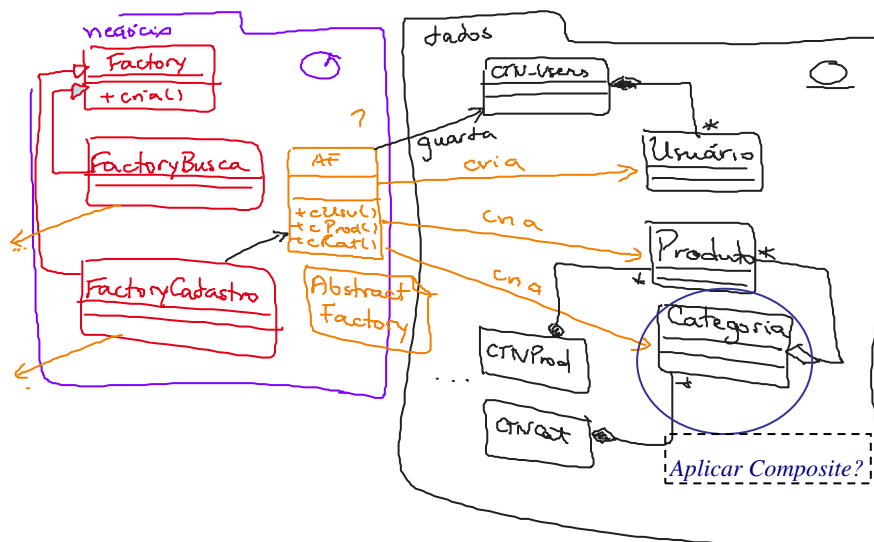


Figura 6. Esboço de Diagrama de Classes e Pacotes feito sob Autoria Dinâmica

Nem sempre a Autoria Dinâmica isolada mostrou-se adequada a todas as ocasiões, sendo necessário recorrer à Autoria Híbrida. A Figura 7 mostra um *screenshot* de um LO gerado por Autoria Estática relativo a uma implementação do padrão GoF *Singleton* em C#. O objeto foi modificado com anotações de Autoria Dinâmica feitas em lousa eletrônica, tornando-se assim um LO híbrido compartilhado via ambiente virtual.

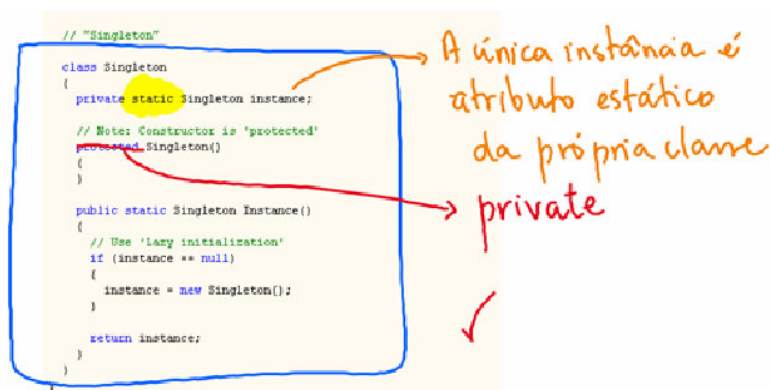


Figura 7. Autoria Híbrida na modificação de LO Estático

A Autoria Híbrida também se fez presente nas sessões de criticismo baseadas em exercícios realizados pelos alunos fora do horário de aula presencial. A Figura 8 (a-b) exhibe este processo.

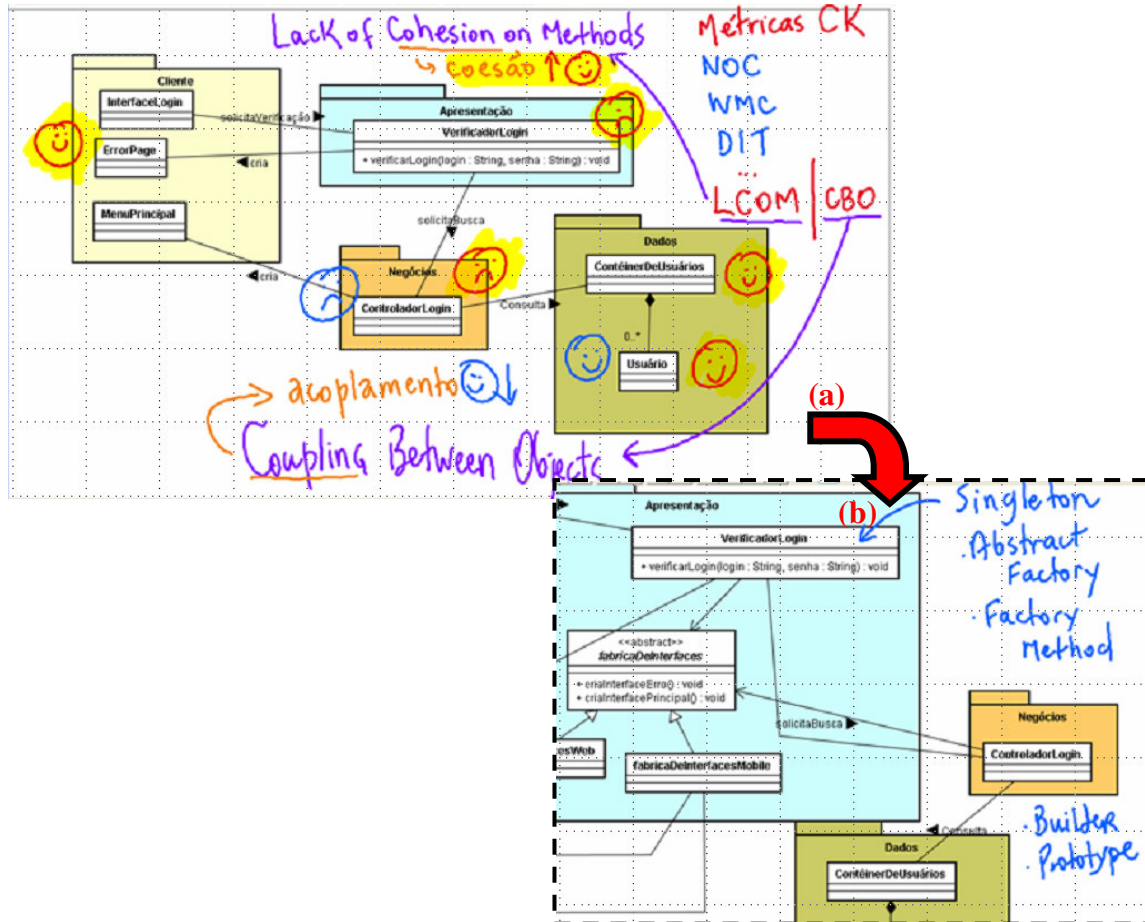


Figura 8. Autoria Híbrida na modificação de LO Estático. Acima (a): anotações por Autoria Dinâmica sobre LO estático como elementos motivadores para a modificação. Abaixo (b): Trecho do Diagrama de Classes após várias iterações de refactoring, com destaque para os padrões criacionais GoF.

Na situação exibida na Figura 8, os exercícios eram enviados via fórum de discussões do ambiente virtual, e os demais participantes tinham uma semana para, no ambiente, comentar o exercício do colega. Os comentários eram recuperados na aula presencial e utilizados para o estabelecimento de vínculos cognitivos que auxiliaram o processo de construção de conhecimento. A Figura 8a parte de uma primeira sessão de criticismo através da modificação, por Autoria Híbrida, de um LO estático (um Diagrama de Classes feito pelo aluno), motivada pela aplicação de métricas CK [Chidamber et al., 1998] e padrões GRASP [Larman, 2007]. Gradativamente, foi sendo realizado um *refactoring* colaborativo até chegar a uma versão do diagrama utilizando extensivamente padrões criacionais GoF (Figura 8b).

4. Conclusões e Trabalhos Futuros

O emprego de estratégias pedagógicas baseadas no processo de Autoria Híbrida de LOs mostrou-se eficaz no que diz respeito à manutenção da motivação dos alunos, o que

permitiu à classe acompanhar de maneira plena o desenvolvimento de um curso que versou sobre tópicos não-triviais em Engenharia de Software, como o caso de Padrões de Projeto. Ao trazer o aluno para o centro do processo de autoria de LOs, expõem-se os processos individuais de construção de conhecimento, o que auxilia sobremaneira o processo colaborativo de construção interpessoal de conhecimento previsto por Vygotsky em uma estratégia sócio-interacionista.

Trabalhos futuros incluem a aplicação desta metodologia em outras disciplinas do mesmo contexto, ou mesmo em outros contextos de aprendizagem na área de Computação, bem como desenvolver estratégias de avaliação quantitativa para aferir, em números, o impacto das estratégias aqui apresentadas no processo de aprendizagem.

Referências

- Araújo Jr., C. F.; Silveira, I. F.; Amaral, L. H. (2002) “A Framework for Developing and Managing Resource-Based Distance Learning Content in Higher Education”, In: E-Learn 2002-World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education (Anais eletrônicos). Montréal, Canadá, outubro.
- Booch, G.; Rumbaugh, J.; Jacobson, I. (2006) *UML: Guia do Usuário*, 2ª ed. Rio de Janeiro: Campus.
- Brown, N.; Keelye, S. (2006) *Asking the Right Questions: A Guide to Critical Thinking*. Sebastopol: Prentice-Hall.
- Chidamber, S.; Darcy, D.; Kemerer, C. (1998) “Managerial use of Metrics for Object-Oriented Software: An Exploratory Analysis”, In: *IEEE Transactions on Software Engineering*, 24 (8), 629-639.
- Conallen, J. (2003) *Desenvolvendo Aplicações Web com UML*. Rio de Janeiro: Campus
- Gamma E. et al. (1995) *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. New York: Addison-Wesley.
- Giarratano, J. C.; Riley, G. D. (2004) *Expert Systems: Principles and Programming* 4ª ed. Course Technology.
- Larman, C. (2007) *Aplicando UML e Padrões*. São Paulo: Bookman.
- Silveira, I. F. (2003) PIAGET - Um Ambiente de Realidade Virtual Distribuída Aplicado à Aprendizagem Colaborativa. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, Escola Politécnica – POLI-USP, São Paulo.
- Silveira, I.F.; Silva, L. (2006) “Aprendizagem de Padrões de Projeto em Ciência da Computação através de Jogos Digitais”, In: XIV Workshop sobre Educação em Computação. Campo Grande, julho.
- Tessarolo, M.R.M. (2000) Ambiente de Autoria de Cursos a Distância – AutorWeb. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Campinas.
- Vygotsky, L. S. (1998) *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo: Editora Martins Fontes.
- Wiley, D. A. (2000) Learning Object Design and Sequencing Theory. Tese (Doutorado). Brigham Young University. Provo, EUA, 2000.