

Usando a modelagem colaborativa no aprendizado da UML

Mauro C. Pichiliani¹, Celso M. Hirata¹

¹Divisão de Ciência da Computação – Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)
Caixa Postal 12.228-900 - São José dos Campos - SP

{pichilia, hirata}@ita.br

Abstract. *The design is an important task in the object-oriented software development. Collaborative tools has been considered to be used in software development, however little effort has been made in the assessment of usage of these tools for both productivity verification and effectiveness of collaborative learning. For the assessment of the effectiveness of collaborative learning, it is required the data collection for analysis. This article describes a study of data collection for the assessment of the effectiveness of learning of students groups where a collaborative tool was used to assist the learning of UML.*

Resumo. *O projeto é uma tarefa importante no desenvolvimento de software orientado a objetos. Ferramentas colaborativas têm sido consideradas para serem utilizadas no desenvolvimento de software, contudo pouco esforço tem sido feito na avaliação do uso dessas ferramentas tanto para a verificação de produtividade quanto para a eficácia do aprendizado colaborativo. Para avaliação da eficácia do aprendizado colaborativo existe uma necessidade de obtenção de dados para a análise. O presente artigo descreve um estudo da coleta de dados para a avaliação da eficácia do aprendizado de grupos de alunos onde uma ferramenta colaborativa foi empregada para auxiliar o aprendizado da UML.*

1. Introdução

A área de Informática na Escola tem evoluído muito nessa década, principalmente pelo uso de ferramentas de *groupware* pedagógicas que exploram o uso de colaboração no aprendizado. De acordo com Stahl [Stahl 2002] o uso de ferramentas de *groupware* na escola pode facilitar, dentre outras habilidades, o aprendizado colaborativo e a construção do conhecimento.

Contudo, pouco esforço tem sido feito no sentido de avaliar quantitativamente a eficácia e produtividade do aprendizado dos alunos que utilizaram ferramentas colaborativas como instrumento pedagógico.

Uma das maneiras de acompanhar a evolução do aprendizado de alunos, que utilizam ferramentas colaborativas no aprendizado, é analisar o aproveitamento dos alunos por meio do histórico das interações dos alunos entre si e com o ambiente.

O objetivo deste artigo é propor o uso de coleta de dados e uma alternativa de avaliação do aprendizado de grupos de alunos quando uma ferramenta colaborativa é empregada como instrumento pedagógico no aprendizado da *UML (Unified Modeling Language)* [Booch 1998] por meio da análise do histórico das interações geradas durante o aprendizado.

Neste contexto, este artigo apresenta uma análise das variáveis de coleta de dados do aprendizado de grupos de alunos em um experimento controlado. A partir desta análise dos dados coletados o professor poderá dispor de um acompanhamento mais preciso do que o grupo realmente está aprendendo, assim como uma visão geral do processo ensino-aprendizado.

Este artigo está dividido em cinco Seções. A Seção 2 descreve uma visão geral dos aspectos funcionais das ferramentas colaborativas e algumas abordagens de avaliação disponíveis na literatura. Na Seção 3 apresentam-se detalhes do grupo de alunos e do experimento realizado. Na Seção 4 apresenta-se uma alternativa de avaliação da eficácia de aprendizado dos grupos usando informações coletados durante o uso da ferramenta colaborativa. Por fim, na Seção 5 são apresentadas algumas considerações finais.

2. Ferramentas Colaborativas

Uma ferramenta colaborativa que será empregada para auxiliar o ensino de algum conteúdo deve levar em consideração alguns aspectos funcionais para poder suportar a colaboração. Santoro [Santoro et al. 2002] cita como principais aspectos funcionais a comunicação, a coordenação, a percepção (*awareness*), o compartilhamento de informações e a designação de papéis.

A comunicação é de extrema importância em situações de trabalho em grupo, seja ela utilizada para trocar idéias, discutir, aprender, negociar ou para tomar decisões. A comunicação pode ser classificada em síncrona ou assíncrona, dependendo do momento na qual os membros receberam as mensagens enviadas pelo canal de comunicação. Diferentes canais de comunicação podem ser utilizados para tornar a comunicação mais eficiente e produtiva como, por exemplo, *chat* ou áudio-conferência.

Outra maneira de classificar a comunicação diz respeito à existência de ligações entre os participantes, através tanto de canais de comunicação direta, como troca de mensagens e reuniões, quanto por meio de um canal indireto através da memória de grupo, onde a construção e o compartilhamento do conhecimento comum podem ser considerados interfaces de comunicação.

A coordenação do grupo que trabalha com uma ferramenta colaborativa síncrona pode exigir um sofisticado mecanismo de controle das ações para garantir o sucesso da colaboração. Mecanismos de controle de concorrência, como travas ou transformação operacional, são utilizados para garantir a consistência dos elementos que estão sendo manipulados pelos participantes da colaboração no documento compartilhado.

Em situações onde a probabilidade de conflitos entre os usuários for baixa ou existir um moderador para coordenar as ações dos usuários o controle de concorrência pode ser dispensado. Nestas situações a coordenação das ações pode ficar a cargo do chamado protocolo social, caracterizado pela ausência de mecanismos de controle explícitos entre as atividades e pela confiança nas habilidades dos participantes de mediar por si só as interações por meio de um canal de comunicação.

Durante o trabalho em grupo a percepção representa grande importância e apresenta relacionamento com coordenação, comunicação e cooperação. Nas ferramentas colaborativas síncronas a percepção permite que um participante fisicamente separado esteja ciente da presença e das ações dos demais participantes da

colaboração facilitando o aprendizado em conjunto. A percepção também permite socializar virtualmente o ambiente e pode servir para indicar o esforço dos participantes em interagir com a ferramenta e com os demais participantes.

A percepção, em geral, é implementada nas ferramentas colaborativas síncronas por meio de elementos de percepção que fornecem informações imediatas a respeito do estado dos participantes na colaboração e de suas interações com a ferramenta. Os elementos de percepção, apesar de vantajosos, não conseguem se aproximar da riqueza de informações proporcionada pela interação face-a-face [Santoro et al. 2002].

A colaboração necessita que os participantes compartilhem informações e este aspecto é essencial para os grupos devido à necessidade de prevenir esforços repetitivos e assegurar que todos os participantes do grupo estejam utilizando a mesma informação, de forma que não haja inconsistências.

As ferramentas colaborativas geralmente fazem uso de documentos compartilhados como mecanismo de compartilhamento de informações e de armazenamento da memória do grupo, que deve registrar todo o processo de interação, como a própria comunicação realizada e passos desencadeados, bem como todos os produtos gerados durante a colaboração.

A utilização de papéis pré-definidos em ferramentas colaborativas tem como objetivo principal estruturar as interações entre os participantes do grupo, definir tarefas e gerenciar o acesso aos elementos do documento compartilhado. Um papel descreve como um conjunto de indivíduos se relaciona com algum elemento compartilhado e com os outros participantes restantes do grupo por meio da especificação dos direitos e responsabilidades sobre diferentes tarefas dentro do processo de aprendizagem.

A definição de papéis também é utilizada como um mecanismo de coordenação das atividades dos participantes, e ainda como um mecanismo de controle de acesso a elementos do documento compartilhado. No entanto, sua atribuição precipitada pode restringir o potencial criativo dos participantes, ou seja, cada indivíduo somente efetuará as operações específicas de seu papel, sem que todo o seu potencial tenha sido alcançado.

Além dos aspectos funcionais o uso de uma ferramenta colaborativa como instrumento pedagógico deve levar em consideração a metodologia de ensino que está sendo aplicada. Várias metodologias de ensino já estão adaptadas para o uso de ferramentas colaborativas e nestas metodologias o principal foco é na realização de tarefas por um grupo de alunos. Dentre essas metodologias, destacam-se: resolução de problemas, estudo de casos e abordagem dos sete passos [Padilha et al. 2003].

Os editores colaborativos *CUTE (Collaborative UML Technique Editor)* [Dias e Xexéo 1997] e *CO2DE (Collaborate to Design)* [Borges et al. 2003] são exemplos de iniciativas que permitem de edição colaborativa de diagramas da *UML*, assim como as ferramentas *CASE (Computer Aided Software Engineering)* comerciais *Poseidon for UML* [Gentleware 2006] e *Magic Draw* [No Magic 2006].

O principal objetivo destas ferramentas é o produto final obtido pelas interações dos usuários ao invés do processo de geração das interações. Devido a este objetivo poucos recursos didáticos e pedagógicos foram implementados tornando o suporte ao processo ensino-aprendizado limitado nestas ferramentas.

Várias análises são sugeridas para avaliar a eficácia e o desempenho do aprendizado de alunos em atividades colaborativas. Lund [Lund e Baker 1999] analisa as interpretações de professores das interações dos alunos durante a resolução colaborativa de problemas. Padilha [Padilha et al. 2003] propõe técnicas de *Data Mining* que detectam regras de associação por meio dos valores de variáveis observadas durante a colaboração. Avouris [Avouris et al. 2003] descreve um *toolkit* genérico para análise e processamento de dados coletados durante atividades de aprendizado colaborativas. Martinez [Martinez et al. 2003] combina avaliação qualitativa e análise da rede social para analisar as interações sociais e aspectos de participação no aprendizado colaborativo.

Apesar de considerar os dados coletados a partir de experimentos colaborativos, nenhuma das análises citadas faz uso de índices quantitativos para auxiliar a avaliação da eficácia e produtividade do aprendizado colaborativo.

3. Experimento Realizado

3.1 Contexto do Experimento

O intuito do estudo descrito neste artigo é apresentar ao professor uma análise da eficácia do aprendizado dos grupos de alunos que utilizaram uma ferramenta colaborativa para auxiliar a resolução de problemas. Um experimento controlado foi conduzido para analisar a eficácia do aprendizado de grupos de alunos que utilizaram uma ferramenta colaborativa no aprendizado da modelagem de diagramas da *UML*.

A ferramenta colaborativa escolhida para realizar o experimento descrito neste artigo foi o *ArgoUML* [ArgoUML 2006], que foi adaptada para suportar a edição colaborativa. As adaptações incluem um *chat*, um editor de diagramas da *UML* colaborativo e travas como mecanismo de controle de concorrência, além de elementos de percepção remota como, por exemplo, *telepointers* e lista de elementos travados.

A metodologia de ensino adotada durante o aprendizado dos grupos no experimento foi a resolução de problemas. Esta metodologia pode constituir tanto um conteúdo educativo como um modo de conceber as atividades educativas. O ensino baseado na resolução de problemas supõe fomentar nos alunos o domínio de procedimentos para dar respostas a situações distintas e mutáveis [Pozo 1998].

3.2 Ambiente do Experimento

O experimento foi conduzido com o objetivo principal de coletar dados para a análise da eficácia do aprendizado dos grupos de alunos. Este experimento constou da observação tanto das interações e o comportamento dos grupos de alunos como também do modo na qual a ferramenta forneceu suporte para o processo de elaboração de diagramas desde a idéia conceitual até a versão do diagrama final.

Para a realização do experimento 12 alunos foram divididos, de forma aleatória, em 6 pares, sem repetições. Os alunos eram estudantes do curso de pós-graduação com idades entre 23 e 34 anos (média de idade por volta de 26 anos com desvio padrão igual a 2,27 incluindo 6 homens e 6 mulheres).

O experimento foi realizado entre novembro de 2005 e janeiro de 2006. Os alunos participantes foram divididos em dois conjuntos: no primeiro conjunto os grupos

1, 2 e 3 utilizaram um *chat* como canal de comunicação e no segundo conjunto os grupos 4, 5 e 6 utilizaram um *software* de áudio-conferência para se comunicar. A divisão dos pares de alunos em dois conjuntos tem como objetivo identificar a influência de diferentes canais de comunicação na evolução do aprendizado.

O ambiente utilizado no experimento foi composto de duas salas onde os alunos utilizaram o *ArgoUML* em suas estações de trabalho, sem nenhum contato visual com seus parceiros. Em cada sala um experimentador observou o comportamento do aluno enquanto uma câmera de vídeo fez a gravação das expressões faciais e do diálogo entre os alunos.

Cada aluno preencheu um formulário sobre seu perfil antes de iniciar as tarefas que foram monitoradas no experimento. Em seguida os alunos receberam um documento explicando o cenário fictício e o problema em questão para cada uma das três tarefas a serem completadas no experimento.

Os alunos indicaram aos experimentadores quando chegaram a um consenso sobre o término de cada tarefa para só então responderem a um questionário sobre o esforço requerido pela tarefa completada. Ao término das três tarefas cada aluno recebeu um questionário de avaliação final e participou de uma breve entrevista com o experimentador.

Os principais dados objetivos coletados durante o experimento foram registrados no log interno da ferramenta, que armazenou o histórico da interação dos alunos entre si e com o editor colaborativo. A gravação em vídeo das expressões faciais e do diálogo entre os alunos, as respostas dos questionários e as observações do experimentador forneceram informações subjetivas sobre o aprendizado.

3.3 Variáveis Observadas

A definição das variáveis a serem observadas durante a execução das tarefas teve como base os recursos disponíveis no ambiente colaborativo para a resolução de problemas e nos aspectos que evidenciam a aprendizagem. Na Tabela 1 são apresentadas as variáveis observadas, bem como uma breve descrição do seu significado e seus valores discretos.

O valor numérico colocado entre parênteses após o valor discreto da variável foi utilizado para o cálculo do índice de aproveitamento descrito na próxima seção. Os valores contínuos das variáveis *QtdElementos*, *QtdTravas*, *TempoGasto* e *QtdMensagens* foram obtidos a partir dos dados armazenados no log da ferramenta. A transformação dos valores contínuos destas variáveis em valores discretos se baseia na observação e análise dos valores contínuos e no contexto na qual os pares executaram cada tarefa. Por exemplo, o valor discreto Alta para a variável *QtdMensagens*, atribuída a uma tarefa executada por um par, leva em consideração o valor contínuo da variável, o canal de comunicação utilizado e a comparação com os valores contínuos dos demais pares para esta mesma tarefa e variável.

Para os valores das variáveis *EsforçoPercebido* e *DificuldadeApontada* nenhuma transformação foi necessária, pois eles foram coletados diretamente dos questionários de esforço requerido que continham perguntas cujas respostas apresentavam escalas de valores correspondentes aos da Tabela 1 para estas variáveis.

Tabela 1. Variáveis observadas durante o experimento.

Nome da variável	Descrição da variável	Valores discretos
QtdElementos	Quantidade de elementos criados	Alta(3), Média(2), Baixa(1)
QtdTravas	Quantidade de travas concedidas nos elementos do modelo	Alta(3), Média(2), Baixa(1)
TempoGasto	Tempo de duração total da tarefa	Longo(3), Médio(2), Curto(1)
EsforçoPercebido	Grau de esforço percebido pelo par durante a realização tarefa	Muito esforço(5), Algum esforço(4), Esforço razoável(3), Pouco esforço(2), Nenhum esforço(1)
DificuldadeApontada	Grau de dificuldade apontado pelo par durante a realização da tarefa	Muito difícil(5), Difícil(4), Nem difícil nem fácil(3), Fácil(2), Muito fácil(1)
QtdMensagens	Quantidade de mensagens relevantes enviadas durante a comunicação	Alta(3), Média(2), Baixa(1)

4. Alternativa de avaliação da evolução da eficácia

A análise da evolução da eficácia de aprendizado dos alunos, para a resolução dos problemas, é realizada considerando o conjunto de problemas, assim é possível ter um mapeamento superficial do desempenho dos alunos.

Com os dados obtidos das variáveis o professor pode medir a eficácia de aprendizado dos alunos baseado no aspecto que melhor lhe convir. Neste artigo sugerimos a utilização de um índice de aproveitamento, que leva em consideração todas as variáveis observadas durante o experimento, com o objetivo de auxiliar na avaliação do desempenho do aprendizado dos grupos na resolução dos problemas de forma colaborativa.

O cálculo do índice de aproveitamento dos pares na execução das tarefas foi baseado nas variáveis descritas na sessão anterior. O valor entre parênteses apresentado após o valor discreto das variáveis na Tabela 1 é somado para cada tarefa de cada par. Deste modo o índice considera que o par teve um bom aproveitamento se todas as variáveis apresentarem valores altos, tais como uma grande quantidade de elementos criados ou um maior tempo gasto durante a tarefa. O índice de aproveitamento é calculado em percentual com base no aproveitamento máximo possível obtido através da soma dos valores de todas as variáveis observadas.

Um gráfico de colunas com o índice de aproveitamento calculado para cada par e tarefa é apresentado na Figura 1. Este gráfico apresenta, em colunas, o aproveitamento dos pares em cada uma das tarefas, considerando o índice de aproveitamento, em porcentagem.

Analisando os dados do gráfico pode-se inferir que os alunos do par 5 foram os únicos alunos cujo aproveitamento foi constante nas tarefas 1 e 2, fato que pode ser

explicado pelos valores discretos iguais para as variáveis QtdTravas e TempoGasto nas duas primeiras tarefas realizadas por estes pares. Já os pares 1, 4 e 6 mostraram um maior aproveitamento na tarefa 2, pois eles possuíram o valor discreto Alta para a variável QtdMensagens, valor este que provavelmente influenciou de forma direta os valores das outras variáveis. Os pares 2 e 3 possuem uma queda de aproveitamento em comum nas tarefas 2 e 3, que pode ser explicado pelo pouco tempo gasto na execução destas tarefas em conjunto e também devido ao pouco esforço gasto na execução destas tarefas.

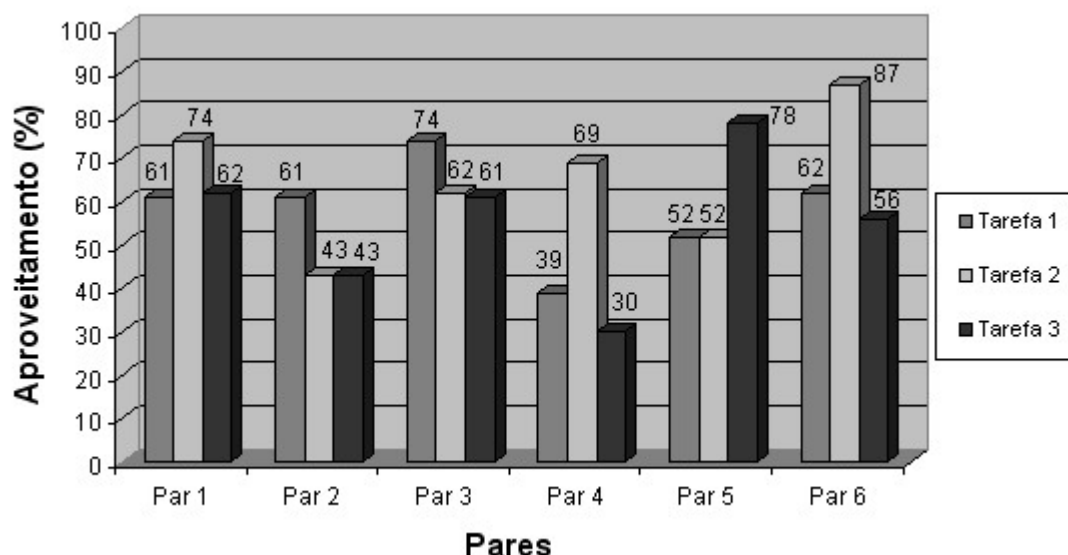


Figura 1. Aproveitamento dos pares nas tarefas.

O índice de aproveitamento sugerido é uma proposta que auxilia a avaliação do aprendizado dos alunos e deve ser utilizado em conjunto com outros métodos de avaliação qualitativa como, por exemplo, a nota que o professor atribui às soluções dos problemas apresentados.

Este índice é relevante para pesquisadores e educadores que estão envolvidos na análise e avaliação das atividades de aprendizado e na modelagem e criação de novas ferramentas e métodos para o estudo da eficácia de aprendizado em atividades colaborativas. Ele tem como objetivo fornecer uma idéia superficial da eficácia e produtividade do aprendizado dos grupos de alunos e ajudar o professor a detectar mais facilmente o aproveitamento no aprendizado.

5. Considerações Finais

Este trabalho apresentou dados coletados a partir do uso de uma ferramenta de modelagem colaborativa e propôs uma alternativa de avaliação do aprendizado de grupos de alunos que utilizaram uma ferramenta colaborativa para auxiliar o aprendizado da *UML* em um experimento controlado.

A utilização de ferramentas de *groupware* na instrução abre novas possibilidades de aprendizado. Entretanto, a medição e a avaliação do desempenho do aprendizado auxiliado por ferramentas colaborativas ainda carece de estudos mais aprofundados.

Por meio da análise das interações dos alunos entre si e com a ferramenta foi possível identificar os problemas que apresentaram maior ou menor grau de dificuldade

aos grupos e também identificar os aspectos que podem influenciar no aprendizado colaborativo.

Com a possibilidade de coleta dos dados e do índice de desempenho apresentados neste artigo espera-se auxiliar o professor na avaliação do desempenho do aprendizado dos grupos de alunos, além de fornecer recursos para que o professor possa acompanhar e conhecer as dificuldades no aprendizado dos alunos quando estes utilizam uma ferramenta colaborativa. Desta maneira a atividade de avaliação geral do professor pode ser amenizada principalmente no aspecto do acompanhamento do aprendizado do aluno.

O *ArgoUML* adaptado para permitir a edição colaborativa síncrona está disponível para *download* no endereço: <http://www.comp.ita.br/~pichilia/argo.htm>.

Agradecimentos. Os autores gostariam de agradecer aos revisores anônimos que contribuíram para a melhoria deste trabalho e a todos os envolvidos na elaboração do experimento.

6. Referências

- ArgoUML. “ArgoUML”, web site acessado em abril/2006: <http://argouml.tigris.org/>.
- Avouris, N., Komis, V., Fiotakis, G., Margaritis, M., Tselios, N. (2003) “A tool to support Interaction and Collaboration Analysis of learning activities”, em: Proceedings of the 6th Conference on Computer Based Learning in Science, Nicósia, Chipre, 2003, p. 215-225.
- Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, L. (1998), The Unified Modeling Language User Guide, Addison-Wesley, primeira edição.
- Borges, M. R. S., Meire, A. P. & Pino, J. A. (2003) “An Interface for supporting versioning in a cooperative editor”, em: Proceedings of the 10th International Conference on Human-Computer Interaction, Crete, Grécia, 2003, p. 849-853.
- Dias, M., Xexéo, G. (1997) “Editor Cooperativo para Diagramação de Software OO”, em: anais do XI Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, Fortaleza, Ceará, 1997, p. 499-502.
- Gentleware AG. “Poseidon for UML”, web site acessado em abril/2006: <http://www.gentleware.com/index.php?id=8>.
- Lund, K. & Baker, M. J. (1999) “Teachers’ collaborative interpretations of students’ computer-mediated collaborative problem solving interaction”, em: Proceedings of the 9th International Conference on Artificial Intelligence and Education”, Le Mans, França, 1999, p. 147-154.
- Martínez, A., Dimitriadis, Y., Rubia, B., Gómez E. & Fuente, R. (2003) “Combining qualitative evaluation and social network analysis for the study of classroom social interactions”, em: Computers & Education, volume 41, número 4, Dezembro 2003, p. 353-368.
- No Magic. “Magic Draw 1.1”, web site acessado em abril/2006: <http://www.magicdraw.com/>.

- Padilha, T. P. P., Almeida, L. M. & Alves, J. B. M. (2003) “Modelagem do Desempenho do Aprendizado de Grupos de Alunos Utilizando Data Mining”, em: anais do XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Brasil, Rio de Janeiro, 2003, p. 346-354.
- Pozo, J. I. M. (1998), A solução de Problemas, Artmed, Madri, primeira edição.
- Santoro, F. M., Borges, M. R. S. & Santos, N. (2002) “Ambientes de aprendizagem do futuro: teoria e tecnologia para cooperação”, mini -curso do XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, São Leopoldo, Rio Grande do Sul, 2002.
- Stahl, G. (2002). “Groupware Goes to School”, em: Proceedings of the 8th International Workshop on Groupware, La Serena, Chile, 2002, p. 7-24.