
Comparação da Resolução Colaborativa de Problemas em Sala de Aula e através do Ambiente AulaNet

Luís Henrique Raja Gabaglia Mitchell, Marco Aurélio Gerosa, Hugo Fuks

Laboratório de Engenharia de Software, Departamento de Informática

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio

Rua Marquês de São Vicente, 225, Rio de Janeiro, RJ, 22453-900, Brasil

{raja, gerosa, hugo}@inf.puc-rio.br

***Abstract.** This paper compares collaborative problem resolution in the classroom and using the AulaNet Environment. The experiment was conducted in the Operating Systems discipline of the undergraduate course of Computer Engineering at PUC-Rio. Results showed that the groups studied accomplished similar results in both environments, though by different working methods. Other aspects like group size, leadership and satisfaction at work were also analyzed.*

***Resumo.** Este trabalho descreve comparativamente a resolução colaborativa de problemas em sala de aula e através do AulaNet. O experimento foi conduzido no curso de Sistemas Operacionais da graduação em Engenharia de Computação da PUC-Rio. Constatou-se que, utilizando métodos de trabalho distintos, os grupos pesquisados alcançaram resultados semelhantes em ambos os ambientes. Outros aspectos como tamanho dos grupos, liderança e satisfação com o trabalho também foram analisados.*

1. Introdução

Na sociedade conectada, uma crescente parte do trabalho das empresas e instituições deixou de ser feita individualmente, com uma pessoa trabalhando sozinha até completar as tarefas. O trabalho é cada vez mais realizado de forma colaborativa. Esta tendência se deve parcialmente ao aumento de complexidade das tarefas, que passaram a requerer habilidades multidisciplinares, e aos novos padrões de trabalho, que envolvem diversos setores da empresa, ou até mesmo outras empresas, trabalhando conjuntamente nas diversas fases de elaboração de um produto ou no desenvolvimento de um projeto.

Para tornar o trabalhador apto a atuar colaborativamente na resolução de problemas, deve-se adotar esta estratégia durante sua formação na Escola. Pode-se optar por desenvolver atividades colaborativas presencialmente em sala de aula ou por utilizar os recursos facilitados pelo uso da Internet [Hiltz, 1994].

Porém ainda não há estudos suficientes sobre como alunos, habituados a interagirem presencialmente, se comportam durante a resolução de problemas nestes ambientes via Web. Ainda faltam informações sobre a eficácia e características desta plataforma, vendo como ela se compara com encontros presenciais em sala de aula.

Neste artigo são apresentados alguns resultados obtidos com um experimento realizado na disciplina “Sistemas Operacionais”, obrigatória do curso de Engenharia de Computação da PUC-Rio. O experimento compara a resolução colaborativa de problemas realizada presencialmente e através de um ambiente de ensino-aprendizagem via Web, o AulaNet.

Na Seção 2 deste documento é apresentado o AulaNet juntamente com o modelo que norteou seu desenvolvimento. Na Seção 3, a dinâmica do experimento é abordada e na Seção 4 são discutidos alguns resultados obtidos. A Seção 5 conclui artigo.

2. Ambiente AulaNet

O AulaNet é um ambiente gratuito (<http://www.eduweb.com.br>) baseado numa abordagem *groupware* para o ensino-aprendizagem na Web. Desenvolvido desde 1997 pelo Laboratório de Engenharia de Software da PUC-Rio, o AulaNet está em contínuo aprimoramento, sempre fiel à organização de sua estrutura em serviços de comunicação, de coordenação e de cooperação, com base nos conceitos do modelo de colaboração apresentado na Figura 1 [Fuks, Raposo & Gerosa, 2002].

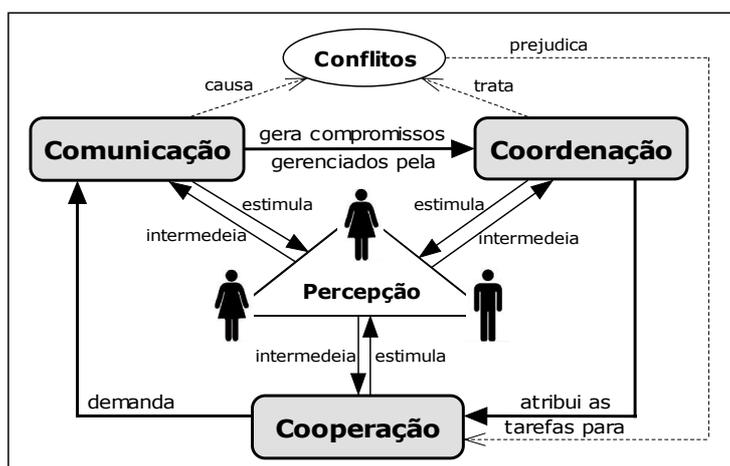


Figura 1 – Diagrama do modelo do trabalho colaborativo

De acordo com este modelo, para colaborar, um indivíduo tem que debater idéias (se comunicar), estar em sintonia com os outros participantes do grupo (se coordenar) e operar em conjunto no espaço compartilhado (cooperar). A comunicação é bem sucedida se houver o entendimento das mensagens, para garantir que as intenções do emissor resultem em compromissos assumidos pelo receptor ou por ambos. A coordenação trata conflitos e organiza o grupo para evitar que esforços de comunicação e cooperação sejam perdidos e para garantir que as tarefas resultantes dos compromissos assumidos sejam realizadas na ordem correta, no tempo correto e cumprindo as restrições e objetivos. A cooperação é a operação conjunta dos membros do grupo no espaço compartilhado visando a realização das tarefas gerenciadas pela coordenação.

3. Dinâmica do Experimento

Várias pesquisas têm sugerido que Redes de Aprendizagem são um excelente veículo para promover a resolução colaborativa de problemas, já que, dentre outras razões, no

seu aspecto assíncrono, provêem maior tempo para a reflexão e uma participação mais efetiva entre seus membros [Heckman & Annabi, 2003]. No grupo, pode ocorrer a complementação de capacidades, de conhecimentos e de esforços individuais, bem como interação entre pessoas com entendimentos, pontos de vista e habilidades complementares [Fuks, Gerosa & Lucena, 2002]. Ao argumentar suas idéias, os membros de um grupo têm retorno para identificar precocemente inconsistências e falhas em seu raciocínio e, juntos, podem buscar idéias, informações e referências para auxiliar na resolução dos problemas. Em comparação com indivíduos trabalhando isoladamente, um grupo também tem mais capacidade de gerar criativamente alternativas, levantar as vantagens e desvantagens de cada uma, selecionar as viáveis e tomar decisões [Turoff & Hiltz, 1982].

O experimento descrito abaixo visou estudar como se comportam os aprendizes resolvendo problemas de forma colaborativa, tanto presencialmente como através do ambiente AulaNet. Para explorar as diferenças, durante as reuniões presenciais e a distância procurou-se incentivar ao máximo a colaboração entre os membros do grupo. A turma onde o experimento foi aplicado possuía 31 aprendizes e o experimento foi feito durante o 2º semestre de 2002.

O principal tema da disciplina é o estudo dos “Problemas Clássicos de Comunicação Inter-Processos” nos quais se aprende a lidar com os conflitos (*deadlocks/impasses* e *starvation/fome*) que podem ocorrer quando processos executando concorrentemente em um sistema competem pelos limitados recursos (ex.: memória, periféricos etc.) nele disponíveis.

Os aprendizes da turma se organizaram em 8 grupos (nomeados de **A** até **H**), sendo dois com 3 aprendizes, cinco com 4 e um com 5. Havia dois problemas a serem resolvidos pelos grupo, um em cada semana e em cada ambiente, conforme a Tabela 1:

Tabela 1. Ordem dos grupos por semana, problema e ambiente

<i>1ª semana</i>	Problema 1	Problema 2
Sala de Aula	F, H	E, G
AulaNet	C, D	A, B

<i>2ª semana</i>	Problema 1	Problema 2
Sala de Aula	A, B	C, D
AulaNet	E, G	F, H

O Problema 1 refletia um caso real no acesso concorrente a banco de dados. Já o Problema 2 era fictício, pedindo que se modelasse a travessia de macacos por uma corda ligando os dois lados de um abismo.

Nas semanas de aula que precederam o experimento, todos os conceitos envolvidos na resolução dos problemas foram ministrados aos aprendizes, inclusive com a apresentação de outros 5 problemas clássicos de comunicação inter-processos. Um dos quais era uma variação simplificada do Problema 1. No experimento, um dos quesitos pesquisados é se os grupos foram capazes de lembrar esta solução e de melhorá-la para o caso mais complexo do Problema 1. Ou seja, trata-se de um caso de **aplicação dos conceitos já estudados**, segundo a Taxionomia de Bloom [Bloom 1956].

O problema 2, que não corresponde aos exemplos apresentados em sala, exige dos aprendizes a capacidade de, partindo dos 5 problemas de exemplo, construir um novo método, refinando o que já sabiam. Trata-se de um caso do qual se testa a capacidade de **síntese** dos aprendizes. E o fato da história ser fantasiosa tem o objetivo de incitar a capacidade de abstração e a criatividade.

Do modo como a distribuição foi feita, cada grupo teve chance de testar o ambiente presencial e o virtual, sempre com um problema que lhe era inédito. A solução do problema era através da submissão de um algoritmo (na forma de um trecho de código escrito em pseudo-linguagem, facilmente inteligível a humanos) modelando a concorrência entre os processos simultâneos e evitando as complicações que poderiam dela derivar.

3.1. Procedimento em Sala de Aula

Durante a semana em que estavam escalados para trabalhar presencialmente, os grupos selecionados encontraram-se por dois dias (uma 3ª feira e uma 5ª feira), durante um período de 2 horas cada dia. Todos os grupos se encontraram na mesma sala, simultaneamente, mas os integrantes de um grupo não tinham permissão para interagir com integrantes dos outros grupos. Na primeira reunião (3ª feira), o mediador do curso distribuía para cada grupo o enunciado de seu problema naquela semana. Durante o período em que os grupos estavam reunidos, um mediador do curso passava de grupo em grupo para dirimir as dúvidas e acompanhar o progresso do grupo. Os grupos também podiam consultar livremente material de pesquisa (livro-texto, anotações etc.).

Os participantes foram instruídos a, sob nenhuma hipótese, discutir os problemas fora dos encontros presenciais. Ao final de cada dia, o material de cada grupo (rascunho, enunciado, etc.) era recolhido. Todas as reuniões foram gravadas em vídeo para posterior análise.

3.2. Procedimento via AulaNet

Os grupos trabalhando via AulaNet contavam com duas ferramentas de comunicação:

- Conferência: lista de mensagens hierarquicamente organizadas por categorias. Havia uma lista para cada grupo (era vedado aos membros de um grupo acessar a lista de outro).
- Debate: ferramenta de bate-papo à disposição dos aprendizes para organizarem reuniões síncronas entre os membros de um mesmo grupo (não era permitido conduzir debates com membros de mais de um grupo).

O acesso dos grupos às suas respectivas conferências era liberado no mesmo dia (3ª feira) em que a outra metade da turma tinha a sua primeira reunião presencial. A primeira mensagem, escrita pelo mediador, trazia o enunciado do problema proposto (até então inédito para aqueles aprendizes). Os aprendizes tinham então uma semana (até meia-noite da 2ª feira seguinte) para, assincronamente, discutir o problema na conferência, trocando trechos de código e argumentações. A última mensagem postada deveria ser o algoritmo final desenvolvido pelo grupo.

De acordo com as regras do experimento, os mediadores do curso podiam intervir postando mensagens nas conferências dos grupos. Porém, isto deveria ocorrer

apenas excepcionalmente, nos casos em que, acompanhando a troca de mensagens durante a semana, o mediador notasse que o grupo estivesse divergindo de seus objetivos ou que houvesse esbarrado em algum obstáculo difícil de ser superado.

Ao mesmo tempo em que a outra metade da turma estava se reunindo presencialmente, cada um dos grupos trabalhando via AulaNet comparecia a um debate online com um dos mediadores do curso. O debate durava 15 minutos para cada grupo, um tempo propositalmente curto de modo a ressaltar aos aprendizes a necessidade de expor suas dúvidas de forma concisa e direta.

O primeiro debate acontecia no mesmo dia (3ª feira) que o grupo teve acesso ao enunciado do problema proposto. O propósito principal do encontro era, portanto, o de esclarecer possíveis dúvidas na interpretação do enunciado e no uso das ferramentas do ambiente, traçar uma metodologia para abordar o problema e motivar os aprendizes a iniciarem os trabalhos. Era recomendado ao grupo que se dedicasse à tarefa imediatamente, já que apenas dois dias depois eles teriam outro debate com o mediador.

Este segundo debate (5ª feira) era a última oportunidade de tirar dúvidas quanto ao algoritmo que estava sendo elaborado para resolver o problema. Daí até o fim da 2ª feira seguinte o grupo só poderia evoluir seu algoritmo discutindo-o entre seus membros, sem auxílio do mediador. Entretanto vale salientar que os grupos eram livres para marcar debates entre seus membros a qualquer momento, não tendo que se restringir apenas aos dois debates mediados.

Para comparar a interação via AulaNet com a da sala de aula, optou-se por se utilizar, com adaptações, parte dos critérios propostos por [Heckman & Annabi, 2003]. O objetivo deste experimento difere do trabalho destes autores pois não se baseia na análise do discurso dos participantes e sim no estudo da colaboração que ocorreu face-a-face e via AulaNet. Portanto, em vez de transcrever e classificar todos os diálogos travados face-a-face ou online, procurou-se identificar padrões de diálogo ao longo do trabalho dos grupos. À análise dos diálogos somou-se também a apreciação dos documentos gerados pelos aprendizes (desde o primeiro rascunho até o algoritmo final apresentado) e das expressões e linguagem corporal capturadas em vídeo.

4. Análise da Colaboração

A análise dos resultados foi feita sob duas óticas: o trabalho dos grupos e o trabalho dos indivíduos. As duas próximas subseções apresentam a análise (quantitativa e qualitativa) da colaboração de cada grupo e considerações gerais sobre os resultados obtidos pelos grupos. A terceira subseção aborda os resultados individuais.

4.1. Análise do trabalho dos grupos

A tabela a seguir é uma compilação dos dados coletados relevantes à análise de como se deu a colaboração em cada grupo. A legenda tipo/semana indica 2 números: o primeiro é o código do problema resolvido pelo grupo (problema 1 ou 2) e o segundo a semana em que foi submetido ao grupo. A comunicação que se deu entre os integrantes dos grupos na forma de mensagens do serviço de conferências foi dividida entre mensagens de coordenação (por exemplo: agendando um horário para debate) e mensagens de cooperação (as que tratam do problema em si. Por exemplo, um rascunho de algoritmo).

Tabela 2. Dados sobre a colaboração dos grupos

	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E	Grupo F	Grupo G	Grupo H
RESOLUÇÃO PRESENCIAL								
Tipo / Semana	1 / 2	1 / 2	2 / 2	2 / 2	2 / 1	1 / 1	2 / 1	1 / 1
Encontrou solução	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Aspectos da solução	Código gera deadlock	Aplicou exemplo da aula	Aplicou exemplo da aula	Repetiu a técnica anterior	Aplicou exemplo da aula	Abstração criativa	2 visões, simples e criativa	Simple e criativa
Instrumentos auxiliares	desenho, simulação	fluxograma	desenho		desenho, simulação	desenho	desenho, simulação, fluxograma	
RESOLUÇÃO AULANET								
Tipo / Semana	2 / 1	2 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 2	2 / 2	1 / 2	2 / 2
Encontrou solução	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Aspectos da solução	Grupo não convergiu	Aplicou exemplo da aula	Aplicou exemplo da aula	Código gera deadlock	Aplicou exemplo da aula	3 visões do problema	Simple e criativa	Simple e criativa
CONFERÊNCIA								
Participante 1	2	4	4	4	2	5	10	8
Participante 2	7	6	2	5	2	0	13	8
Participante 3	6	8	1	1	2	10	30	6
Participante 4	0	9	4	0	6	0	NA	NA
Participante 5	NA	NA	NA	NA	NA	11	NA	NA
Total de Mensagens	15	27	11	10	12	26	53	22
Mensagens de coordenação	3	5	1	0	2	0	6	0
Mensagens de cooperação	12	22	10	10	10	26	47	22
# dias de uso	4	2	3	4	3	2	3	3
DEBATES								
Total de debates	2	2	3	2	2	3	7	2

O **grupo A** foi o único que não conseguiu solucionar nenhum dos problemas. Presencialmente, 2 membros faltaram a um dos encontros. No AulaNet, em cada um dos debates com o mediador sempre faltou um integrante; além disto, um dos membros não chegou a participar também da conferência. O grupo não realizou debates adicionais e, nas conferências, desviou-se do foco do problema, desperdiçando tempo na discussão de um algoritmo auxiliar desnecessário ao problema principal, o que demonstra a falta de entendimento do caso proposto.

O **grupo F** e o **grupo H** acharam a solução em ambos os casos e trocaram praticamente o mesmo número de mensagens em suas conferências. Ambos trabalharam o caso 2 via AulaNet e o caso 1 presencialmente. O grupo H, contudo, se destacou no experimento presencial por resolver o problema 1 logo no primeiro encontro. Ambas as soluções deste grupo, aliás, demonstraram criatividade e o aprimoramento de técnicas que sintetizam os conceitos aprendidos em aula. O que também foi o caso do grupo F, que enxergou o problema 1 através de uma abstração original. Também via AulaNet o grupo F mostrou criatividade, ao pensar em três modos diferentes de abordar o

problema 2. Revendo a interação dos participantes, porém, vê-se que dois destes modos, assim como a abstração das roletas, foram propostas de um mesmo aprendiz do grupo.

O **grupo B** recai na mesma faixa de mensagens dos grupos F e H. Seus integrantes também conseguiram resolver os dois problemas. Em ambos os casos eles o fizeram adaptando as técnicas usadas em um problema estudado durante as aulas anteriores ao experimento, diferente dos problemas propostos para os grupos. Assim procedendo, o grupo demonstra ter clara compreensão de uma das técnicas de resolução de problemas de comunicação inter-processos, inclusive a ponto de aplicá-la corretamente mesmo nos casos em que outras técnicas seriam mais fáceis e imediatas. Contudo, o grupo não chegou a demonstrar conhecimento das outras técnicas expostas em aula, tampouco soube mesclar técnicas para construir soluções mais elegantes.

O **grupo E** foi outro que conseguiu resolver ambos os problemas. Na primeira semana, ao resolver presencialmente o problema 2, o grupo utilizou as mesmas técnicas vistas na aula que abordou uma versão simplificada do problema 1. Demonstraram assim que, embora tenham aprendido uma das técnicas ministradas em aula, não foram capazes de associá-la aos demais problemas vistos em sala e gerar uma solução original. Na semana seguinte, tratando do problema 1, nada mais natural para o grupo do que repetir o mesmo método de resolução, justamente no caso em que ele faz maior sentido. Tal comportamento alinha-se com o ocorrido ao grupo B, visto anteriormente. Digno de nota é ressaltar que os grupos estavam agendados de forma rigorosamente oposta: na semana que um resolvia um dos problemas via AulaNet, o outro debruçava-se sobre o outro problema, presencialmente. Acompanhando as mensagens dos dois grupos, vê-se que no grupo E ficou até a véspera da data final sem realmente discutir uma solução. Apenas 4 mensagens haviam sido até então enviadas para a conferência, nenhuma delas propondo um algoritmo para a questão. No penúltimo dia, no entanto, um algoritmo quase correto foi proposto. Em 3 curtos ciclos de discussão, envolvendo 6 mensagens, o grupo chegou à solução final. Em comparação, o grupo B iniciou sua conferência logo no primeiro dia e discutiu extensivamente durante dois dias (não consecutivos) até chegar à solução final do problema. Durante este breve, porém intenso, período de cooperação, o grupo passou por 5 ciclos de refinamento do algoritmo inicialmente proposto. Ambos os grupos, portanto, tiveram um comportamento semelhante: refinar a única proposta inicial até sanar todas as falhas.

Os **grupos C e D** formam um caso peculiar: ambos resolveram os problemas na mesma ordem, postaram, coincidentemente, o mesmo (pequeno) número de mensagens de cooperação (10 mensagens, também o volume do grupo E) distribuídas por 3 ou 4 dias de conferência e resolveram apenas um dos dois problemas. O curioso é que o problema que um grupo acertou foi justamente o que o outro grupo não conseguiu resolver. Na primeira semana, os grupos foram designados para o problema 1 via AulaNet. O grupo C construiu sua resposta estendendo a técnica vista em sala em uma versão mais simples do problema em pauta. Já o grupo D tentou seguir o mesmo caminho mas tropeçou nos detalhes da solução. Seus integrantes terminaram com um algoritmo grande e complexo que eles acreditaram estar correto, mas que tinha alguns poucos erros sutis. Na semana seguinte, presencialmente, o caso se inverteu. Foi a vez do grupo C acreditar ter encontrado uma solução satisfatória, mas que estava incorreta. Enquanto que o grupo D, aplicando a mesma técnica do problema 1, resolveu corretamente o problema 2, ainda que, de novo, gerando um algoritmo extenso e

complicado. O algoritmo com erros do grupo C foi feito adaptando-se a técnica de outro problema visto em sala. Em nenhum momento qualquer dos grupos chegou a tentar gerar uma nova técnica. Faltou a ambos os grupos, tanto presencialmente, quanto via AulaNet, testar e refinar com maior ardor a solução desenvolvida. O pequeno número de mensagens trocadas nas conferências é reflexo da constatação qualitativa de que os grupos só fizeram 1 ciclo de refinamento do algoritmo proposto, tendo se satisfeito antes de testá-lo exaustivamente.

O **grupo G**, por sua vez, destaca-se claramente por apresentar um processo colaborativo bem mais rico e elaborado que os demais. Na primeira semana, presencialmente, seus integrantes chegaram a discutir duas abordagens completamente diversas para o problema 2, ambas originais. E foram capazes de eleger a melhor destas abordagens e de gerar um algoritmo que a modelasse corretamente, constituindo o que foi a melhor solução apresentada para o caso. Via AulaNet, o grupo trocou um total de 53 mensagens, três vezes mais que a média dos outros grupos (17,6 mensagens). Foi o único grupo que realizou debates assiduamente. Além dos debates “oficiais” (com os moderadores), estes aprendizes engajaram-se em mais 5 outros debates. Como método de trabalho, o grupo discutiu durante metade do tempo disponível quais técnicas deveriam ser utilizadas para solucionar a tarefa proposta. Depois, delinearum um rascunho do algoritmo desejado e o foram melhorando continuamente, chegando ao resultado final após 5 ciclos de refino.

4.2. Constatações sobre o trabalho dos grupos

Notou-se que vários grupos, presencialmente, fizeram uso de gráficos para auxiliar seu trabalho. O que cada grupo usou está listado no item *Instrumentos auxiliares*, na Tabela 2, acima. No questionário individual pós-experimento, dois integrantes do grupo D e um integrante de cada um dos grupos B, F, G e H citaram como limitação do AulaNet a falta de uma ferramenta (do tipo *whiteboard*) com as quais pudessem compartilhar gráficos com seus colegas. Presencialmente, porém, os únicos a explorarem o potencial dos gráficos foram os grupos F e G. Contudo, mesmo sem ferramentas gráficas no AulaNet, estes dois grupos colaboraram mais e chegaram à soluções melhores do que a média. Nos demais grupos, quando traçados, os gráficos eram úteis praticamente apenas ao próprio aprendiz que os desenhou, posto que os demais integrantes do grupo não os consultavam. Estes fatos indicam que, para o caso deste experimento (geração de algoritmos na forma de pseudo-código), ferramentas gráficas tiveram um papel secundário na colaboração.

Grupos que trocaram poucas mensagens (menos que 15, considerando apenas as mensagens de cooperação) caíram em uma das seguintes situações: ou não chegaram à solução (grupos A e D) ou contaram com um membro que rapidamente atinou com uma solução correta (grupos C e E). Neste último caso, a solução foi uma aplicação dos conceitos vistos em sala de aula.

Apesar de a maioria dos grupos ter 4 integrantes, havia um grupo com 5 (grupo F) e dois com 3 (grupos G e H). Não parece ter existido uma relação entre o número de pessoas e o desempenho do grupo. Quantitativamente, os grupos de 3 participantes postaram até mais mensagens do que a média, enquanto que o grupo de 5 membros ficou apenas em 3º na quantidade de mensagens enviadas. Também o número de debates foi semelhante para todos os grupos (com exceção do grupo G, analisado na

seção anterior). Qualitativamente, estes grupos que não tinham 4 pessoas conseguiram resolver ambos os problemas sendo que, inclusive, são os grupos com as melhores soluções apresentadas entre todos no experimento. Em outras palavras, tanto os grupos de 3 pessoas quanto o de 5 pessoas chegaram à respostas de boa qualidade. Nos grupos de 4 participantes, os resultados foram divididos. Não pareceu, portanto, haver relação entre o desempenho do grupo e o fato de ele ter 3, 4 ou 5 participantes. Em verdade, como foi visto por exemplo no grupo F, pesa mais no resultado do grupo o preparo e a participação individual de cada membro do que o número de integrantes.

Ainda em relação ao tamanho dos grupos, Jacques (2000) defende que em grupos de até 6 pessoas há pouca necessidade de estrutura e de organização e ainda não há diferenciação de papéis, o que se reflete em uma liderança fluida do grupo, onde o papel de líder oscila entre seus membros. Perguntadas no questionário individual pós-experimento, 5 pessoas disseram ter sentido falta de um líder no grupo, ao passo que 17 pessoas não sentiram esta necessidade (isto é, não lhes faltou uma estrutura ou liderança organizada). Isto parece confirmar as observações de Jacques (2000), sugerindo que não vale a pena investir em complexos mecanismos de coordenação para grupos com poucos membros.

Quanto aos resultados alcançados pelos grupos, houve um empate entre a sala de aula e o ambiente virtual. Seis grupos em cada caso conseguiram chegar a soluções corretas. O único grupo que não resolveu qualquer dos problemas foi o grupo A, acredita-se devido à baixa assiduidade de seus integrantes. Quanto aos dois grupos (C e D) que não solucionaram um dos dois problemas, a análise acima mostrou que, além de ter a mesma agenda de tarefas, estes grupos trabalharam de forma bem parecida. Os algoritmos incorretos de cada grupo continham apenas poucos erros sutis, difíceis de serem sanados sem um exame mais cuidadoso. Os grupos não tiveram este cuidado, encerrando suas discussões prematuramente, deixando de considerar as várias hipóteses da execução do código por diversos processos simultâneos. Num dos grupos, isto se deu na etapa presencial. No outro, via AulaNet. Já em relação aos cinco grupos que acertaram ambos os casos, a análise de suas soluções quanto à adequação das técnicas utilizadas aponta uma uniformidade entre a qualidade das respostas geradas presencialmente e via AulaNet. Isto é: os grupos que apresentaram resultados criativos e de ótima qualidade nos exercícios presenciais também apresentaram respostas igualmente boas colaborando via AulaNet; os grupos cuja solução presencial era mera aplicação do que foi visto em aula geraram, através da interação pela Web, algoritmos igualmente parecidos com os vistos anteriormente. A ordem dos problemas, bem como a dos ambientes empregados, foi relevante nesta constatação de que os resultados presenciais e remotos foram similares. Isto porque em todos os grupos as soluções na sala e pelo AulaNet tiveram, dentro de um mesmo grupo, o mesmo padrão de qualidade. Em resumo, os dados sugerem que, para este experimento, a qualidade da tarefa apresentada por um grupo não se altera tenha ela sido feita presencialmente ou através do AulaNet.

4.3. Análise das opiniões individuais dos participantes

Foi perguntado, tanto para a sala quanto através da Web, o quão motivados os aprendizes se sentiam, antes do início do experimento, para participar das tarefas. Também perguntou-se o nível de motivação que eles percebiam nos integrantes do

grupo do qual faziam parte. Podendo atribuir valores de 0 (totalmente desmotivado) a 4 (extremamente motivado), a média das notas dadas por todos os aprendizes foi a seguinte: 2,47 (individual) e 2,50 (grupo) quanto à motivação para o trabalho via AulaNet e 2,78 (tanto individual como do grupo) quanto à motivação para o trabalho em sala de aula. Ou seja, no geral os aprendizes estavam motivados a participar da experiência, sendo que tinham uma motivação (e expectativas) um pouco maior em relação à sala de aula do que ao AulaNet. De fato, vários aprendizes opinaram que, embora estivessem motivados a trabalhar remotamente por causa da novidade que isto lhes representava (apenas 5 pessoas em toda a turma haviam usado um *groupware* antes), não acreditavam que a atividade através da Web pudesse ser produtiva.

Buscando avaliar se a motivação inicial acabou convertendo-se em satisfação ou frustração ao fim das tarefas, foi pedido aos aprendizes que dessem uma nota de 0 (muito frustrado) a 3 (realizado além das expectativas) refletindo o sentimento que tiveram com a realização dos trabalhos em sala de aula e no AulaNet. A média das notas arbitradas (1,88) foi exatamente a mesma para ambos os ambientes. Tanto no presencial como no remoto os participantes declararam-se, na média, quase satisfeitos. Os gráficos da Figura 2 resumem as respostas a um conjunto de questões comparando o ambiente presencial e o virtual.

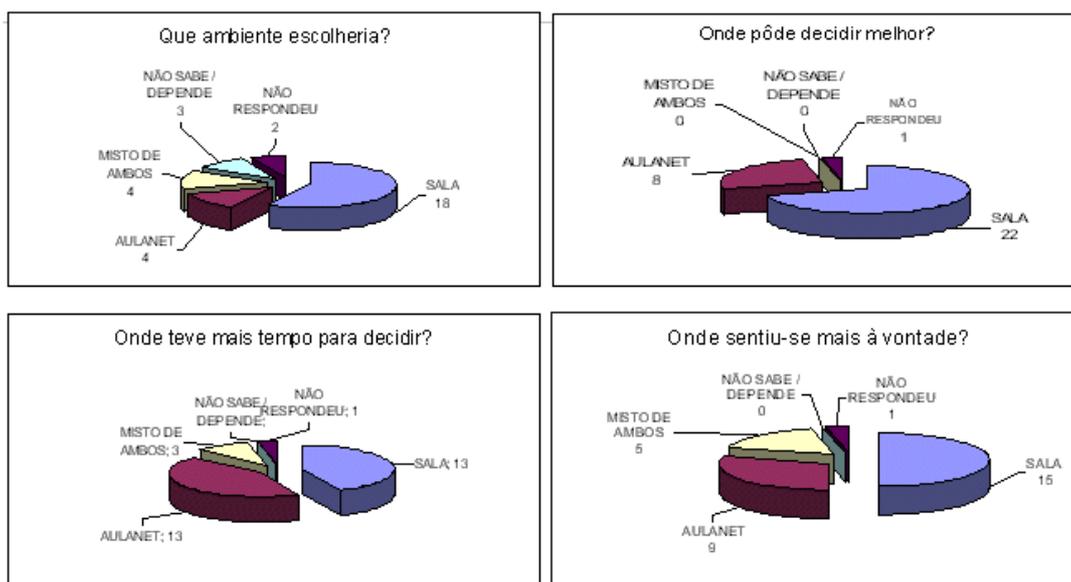


Figura 2 – Algumas respostas ao questionário pós-experimento

Após a experiência, se tivessem que escolher um dos dois ambientes para trabalhar em grupo em tarefas semelhantes às que foram feitas, a grande maioria da turma optaria pela sala de aula. Para justificar esta preferência, uma das principais razões elencadas pelos aprendizes foi a maior facilidade de tomar decisões em grupo com a dinâmica presencial, como indica o gráfico acima, à direita.

Houve um empate entre a quantidade de pessoas que elegeram um dos ambientes como o que mais lhes deu tempo para refletir e decidir por uma solução. Quem escolheu a sala de aula alegou que a maior facilidade de interação entre os participantes acelerou o processo de tomada de decisão. Para os que preferiram o AulaNet, a comunicação assíncrona deu-lhes o tempo necessário para individualmente

esboçar uma solução e preparar-se para defendê-la junto ao grupo, ou para estudar com mais calma as soluções propostas por seus colegas.

O conforto de poder trabalhar no local e no horário que quiserem e a maior igualdade de oportunidades de manifestar-se (todos têm a mesma chance para postar mensagens no AulaNet, o que intimida menos do que a necessidade de defender oralmente um ponto de vista, por vezes interrompendo a fala de outrem) foram as razões defendidas por aqueles que se sentiram mais à vontade no AulaNet. Porém, um número maior de pessoas sentiu-se mais à vontade no ambiente presencial, ressaltando as dificuldades que tiveram em acostumar-se com o *groupware* e problemas técnicos durante seu uso, além do maior dinamismo da interação presencial.

Na seção anterior foi salientada a grande semelhança entre os resultados obtidos na sala de aula e aqueles através do AulaNet. Isto leva a questionar se os meios (o método de trabalho) empregues por cada grupo na sala de aula e remotamente para chegar a tais resultados também teriam sido similares entre si. Perguntados individualmente sobre o tema, 11 pessoas declararam não terem alterado significativamente sua dinâmica de trabalho ao mudar de um ambiente para outro. Ao passo que 18 aprendizes disseram que seu modo de trabalhar no AulaNet foi diverso daquele em sala de aula. Para estas pessoas, além da diferença entre os ritmos de trabalho síncrono e assíncrono, a principal mudança ocorreu no método de como gerar a solução do problema. Realmente, no ambiente presencial, estes aprendizes, dentro de seus grupos, tenderam a pensar mais uniformemente, debruçando-se em conjunto sobre uma única proposta de solução. Quando no ambiente virtual, estas pessoas começaram a discussão com vários membros, individualmente, postando rascunhos de possíveis soluções, tendo o grupo que optar por uma delas e refiná-la.

5. Conclusão

Os dados do experimento ressaltam uma grande similaridade entre o desempenho alcançado pelos grupos tanto via AulaNet quanto presencialmente. Também similar em ambos os cenários foi o nível de satisfação dos aprendizes com a tarefa cumprida. O que não quer dizer que o método de trabalho tenha sido igual nos dois veículos de colaboração. O sentimento da maioria dos aprendizes foi que o trabalho em sala forjou-se mais pelo raciocínio conjunto: os membros do grupo expunham a seus colegas as idéias que lhes vinham à mente no momento em que as tinham. Já nas Conferências do AulaNet, cada integrante do grupo era forçado a, sozinho, refletir e elaborar melhor suas idéias para poder escrevê-las em uma mensagem textual. O que, conseqüentemente, causava uma maior sensação de isolamento. Em compensação, uma vez postada, a mensagem ficava disponível para ser consultada quantas vezes fosse necessário, enquanto que, no caso presencial, alguns aprendizes se queixaram de uma certa dose de re-trabalho ao ter que repetir a discussão de argumentos que foram esquecidos ou ignorados no curso do diálogo. Note-se, ainda, que os grupos (com exceção de um) no AulaNet não chegaram a utilizar com freqüência a ferramenta síncrona (Debate) deste ambiente para reproduzir discussões como as que tiveram presencialmente. Aderiram, ao invés, ao *modus operandi* da troca assíncrona de idéias pela ferramenta de Conferência.

Pequenas variações no tamanho permitido dos grupos (3 a 5 integrantes) não tiveram efeitos mensuráveis na qualidade do trabalho apresentado. Muito mais impacto

causou a influência de algum participante cuja qualidade das contribuições destoava da média dos demais membros do grupo. Isto porque em grupos do tamanho que foi estudado e para problemas da complexidade dos que foram propostos, a contribuição de um único membro pode ser quase o suficiente para fazer o grupo alcançar a solução que procura. Se a contribuição teve qualidade muito inferior à média do grupo, não auxiliou no trabalho conjunto. Se, no entanto, teve qualidade muito superior, interrompeu precocemente o processo colaborativo de construção do conhecimento. Nas ocorrências que um único integrante do grupo resolveu sozinho boa parte do problema, perdeu-se a chance de o grupo discutir e gerar uma solução conjunta, empobrecendo o exercício coletivo.

A intensidade da colaboração teve um papel decisivo na qualidade dos algoritmos apresentados. Os grupos que mais intensamente colaboraram foram os que apresentaram as soluções mais adequadas, criativas e elegantes. Os grupos que pouco colaboraram (por exemplo, porque um integrante resolveu quase todo o problema sozinho, como foi dito no parágrafo anterior) terminaram ou não alcançando uma solução, ou obtendo uma solução incorreta que acreditavam estar perfeita ou, no máximo, gerando soluções corretas porém pouco elaboradas, desnecessariamente complexas ou deslegantes. Estas observações levam a frisar a cardinal importância de se aprender a trabalhar colaborativamente, seja de forma presencial ou virtual. É crucial introduzir-se cada vez mais atividades colaborativas nos currículos pedagógicos (nas instituições de ensino) e instrucionais (nas empresas) para, assim, promover o aprendizado de como estudar e trabalhar em colaboração.

Finalmente, vale ressaltar que todas estas observações são válidas apenas no escopo desta experiência. Seria prematuro concluir que se aplicam a outros tipos de tarefas colaborativas, ambientes virtuais de aprendizado ou dinâmicas de trabalho.

Agradecimentos

O Projeto AulaNet é parcialmente financiado pela Fundação Padre Leonel Franca e pelo Ministério da Ciência e Tecnologia através do PRONEX bolsa nº 76.97.1029.00 (3366), e também 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: Hugo Fuks nº 303055/02-2, Luís Henrique Raja Gabaglia Mitchell nº130225/2002-9 e Marco Aurélio Gerosa nº 140103/02-3. Nossos sinceros agradecimentos também aos estudantes que participaram desta pesquisa.

Referências Bibliográficas

- Bloom, B. S. (1956) "Taxonomy of educational objectives: handbook 1, cognitive domain", New York, Longman.
- Fuks, H., Gerosa, M.A. & Lucena, C.J.P. (2002) "The Development and Application of Distance Learning on the Internet", *Open and Distance Learning*, 17(1), pp. 23-38
- Heckman, R., Annabi, H (2003) "A Content Analytic Comparison of FTF and ALN Case-Study Discussions", *Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2003)*
- Hiltz, S.R. (1994) "The Virtual Classroom: Learning without limits via computer networks", Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation

-
- Fuks, H., Raposo, A.B. & Gerosa, M.A. (2002) “Engenharia de Groupware: Desenvolvimento de Aplicações Colaborativas”, XXI Jornada de Atualização em Informática, Anais do XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, V2, Cap. 3, ISBN 85-88442-24-8, pp. 89-128
- Turoff, M. and Hiltz, S.R. (1982) “Computer Support for Group versus Individual Decisions”, IEEE Transactions on Communications, USA, 30, (1), p. 82-91.
- Jaques, D. (2000) “Learning in Groups”, 3. Ed. London: KoganPage Limited.