

Ferramenta de apoio para o aprendizado ativo usando dispositivos com caneta eletrônica

Este exemplar corresponde à redação final da
Dissertação devidamente corrigida e defendida
por Ricardo Edgard Caceffo e aprovada pela
Banca Examinadora.

Campinas, 9 de março de 2009



Prof. Dra. Heloisa Vieira da Rocha
(Orientadora)



Prof. Dr. Rodolfo Jardim de Azevedo
(Co-Orientador)

Dissertação apresentada ao Instituto de
Computação, UNICAMP, como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre em
Ciência da Computação.

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO IMECC DA UNICAMP**

Bibliotecária: Crislene Queiroz Custódio – CRB8 / 7966

Caceffo, Ricardo Edgard

C113f Ferramenta de apoio para o aprendizado ativo usando dispositivos com caneta eletrônica / Ricardo Edgard Caceffo -- Campinas, [S.P. : s.n.], 2009.

Orientadores : Heloísa Vieira da Rocha ; Rodolfo Jardim de Azevedo

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Computação.

1. Aprendizado colaborativo. 2. Interatividade. 3. Dispositivo móvel. 4. Computadores baseados em caneta. 5. Informática na educação.. I. Rocha, Heloísa Vieira da. II. Azevedo, Rodolfo Jardim de. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Computação. IV. Título.

(cqe/imecc)

Título em inglês: Tool for support to active learning using pen-based devices.

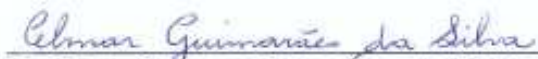
Palavras-chave em inglês (Keywords): 1. Colaborative learning. 2. Interactivity. 3. Mobile device. 4. Pen-based computers. 5. Educational informatics.

Área de concentração: Informática na Educação

Titulação: Mestre em Ciência da Computação

TERMO DE APROVAÇÃO

Dissertação Defendida e Aprovada em 09 de março de 2009, pela Banca examinadora composta pelos Professores Doutores:



Prof. Dr. Celmar Guimarães da Silva
CESET / UNICAMP.



Prof. Dr. Hans Kurt Edmund Liesenberg
IC / UNICAMP.



Profª. Drª. Heloisa Vieira da Rocha
IC / UNICAMP.

© Ricardo Edgard Caceffo, 2009
Todos os direitos reservados.

Ferramenta de apoio para o aprendizado ativo usando dispositivos com caneta eletrônica

Ricardo Edgard Caceffo¹
Fevereiro 2009

Banca Examinadora:

Prof. Dr^a. Heloisa Vieira da Rocha (Orientadora)
Instituto de Computação – UNICAMP

Prof. Dr. Hans Kurt Edmund Liesenberg
Instituto de Computação – UNICAMP

Prof. Dr. Celmar Guimarães da Silva
CESET- UNICAMP

Prof. Dr. Ricardo da Silva Torres (Suplente)
Instituto de Computação – UNICAMP

Prof. Dr. Ivan Luiz Marques Ricarte (Suplente)
FEEC – UNICAMP

¹ Suplemento financeiro de: Bolsa FAPESP (processo 06/06105-5), período de março de 2007 a fevereiro de 2009

Resumo

Atualmente existe uma tendência cada vez maior para a inclusão de dispositivos computacionais em sala de aula, disponibilizados com o intuito de melhorar o aprendizado e as práticas de ensino. Entretanto, o uso desses dispositivos não deve ser feito de forma indiscriminada, devendo ser, ao contrário, fundamentado em práticas e modelos educacionais previamente elaborados e validados. Um desses modelos é o denominado aprendizado ativo, construtivista por natureza, cujo objetivo é permitir aos estudantes terem um papel ativo em seu próprio processo de aprendizado. O modelo prevê a construção de um ambiente em que haja uma maior interação dos alunos tanto com colegas como com o professor, por meio de atividades e dinâmicas que estimulem esse tipo de comportamento. Neste contexto, a tecnologia pode ter um papel fundamental como facilitadora e em alguns caso viabilizadora dessas características de interação. Por exemplo a caneta eletrônica, presente em dispositivos móveis como o Tablet PC, possibilita o registro natural do processo de desenvolvimento do pensamento e raciocínio, com a vantagem de permitir o uso conjunto de ferramentas que possibilitem um rápido e fácil arquivamento, distribuição, análise e comparação do material por ela registrado.

Nesse contexto, essa dissertação apresenta uma proposta de desenvolvimento de uma ferramenta educacional, baseada no uso de dispositivos móveis com caneta eletrônica, com o intuito de permitir a construção de um ambiente educacional colaborativo, fundamentado no modelo do aprendizado ativo. Foi elaborado e implementado um protótipo da ferramenta, validado por experimentos realizados com o para medir a interação dos alunos e do professor, além da integração do material dos alunos em sala de aula e sua posterior análise, organização e exibição feitas pelo professor. Além disso, foi possível validar a interface proposta, as necessidades e características especiais do uso da caneta eletrônica em dispositivos móveis, no caso o Tablet PC. Os resultados obtidos permitiram identificar os benefícios e vantagens que a aplicação de ferramentas interativas podem ter em sala de aula, como o aumento da participação e interesse dos alunos e a capacidade do professor poder, em tempo real, ter o retorno de cada um dos alunos sobre o conteúdo e conceitos apresentados durante a aula.

Abstract

Nowadays there is a tendency in the insertion of computing devices in the classroom, which are supposed to enhance the learning and the teaching practices. However, the use of these devices must not be done randomly, instead it must be supported by practices and valid educational models.

One of these models is Active Learning, based on constructivism, which allows students to have an active role in their own learning process. The model stimulates the construction of an environment where exists an interaction between students and teacher, supported by activities that motivate this kind of behavior. In this context, the technology must support and allow these interaction characteristics. For example, the electronic pen, present in mobile devices like Tablet PCs, enable to record naturally of the development process of thinking and reasoning, also allowing the use of tools for quick and easy storage, sharing and comparing of the recorded content.

In this context, this thesis shows the development of an educational tool, supported by pen based mobile devices, that has the goal to support the creation of a collaborative educational environment, based on the Active Learning model. A prototype of the tool was developed and validated by experiments which objectives were measuring the interaction between the students and teacher, and the possibility of insertion, analysis and comparison of the student's content in the classroom. Also, it was possible to validate the prototype's interface, the needs and usability characteristics of the electronic pen in mobile devices, especially Tablet PCs. The results show the benefits and vantages that the use of such interactive tools have in the classroom, like the increase of participation and concern of the students and the teacher's possibility to receive, in real time, the students feedback about the content and concepts they learned during the class.

*À Thaily, que conquistou meu
coração, me revelou o sentido da
vida e me mostrou que não é
impossível alcançar meus sonhos.*

Agradecimentos

Agradeço à professora Heloísa, pelo apoio, amizade, estímulo, orientação e tempo a mim dedicados nesta importante etapa de minha vida.

Ao professor Rodolfo e ao colega Pedro Almeida, pelas sugestões, apoio e incentivo ao trabalho.

A todo o pessoal do Nied, em especial ao André, Ariel, Selma, Eduardo e Rodrigo, pela ajuda, críticas e assistência no desenvolvimento de minha pesquisa.

Aos colegas de aula nas disciplinas que cursei no IC, meus companheiros de estudo que me ajudaram e me motivaram a continuar sempre.

A todos os professores que tive, tanto na graduação como no mestrado, que foram meus guias no aprendizado e também serviram como modelo e exemplo para meu desenvolvimento.

À FAPESP, pelo fundamental apoio financeiro concedido e também por seu papel de destaque no fomento e apoio à pesquisa.

À HP, que através do “Hewlett-Packard Technology for Teaching Grant” forneceu os Tablets PCs utilizados durante este trabalho, e à Microsoft, pela disponibilização dos sistemas operacionais instalados nos Tablets PCs.

Ao IC e seus funcionários, pela estrutura computacional e ambiente acolhedor ao aprendizado.

À Ivânia, minha mãe, que esteve sempre ao meu lado me apoiando e torcendo por mim.

A todos os que, de algum modo, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Sumário

Capítulo 1.....	1
Introdução.....	1
Capítulo 2.....	5
A Educação e os Modelos de Aprendizagem Interativa.....	5
2.1) O Construtivismo e o Ensino Interativo	5
2.2) O Construcionismo	7
2.3) O modelo de Aprendizado Ativo.....	9
2.3.1) Características.....	9
2.3.2) Benefícios do Aprendizado Ativo	11
2.3.3) Barreiras e soluções para a implantação do modelo de Aprendizado Ativo	12
2.4) Considerações.....	13
Capítulo 3.....	15
O Papel da Tecnologia em sala de aula	15
3.1) A tecnologia baseada em caneta eletrônica como meio facilitador do Aprendizado Ativo	15
3.2) O Tablet PC como exemplo de tecnologia baseada em caneta eletrônica.....	17
3.2.1) Exemplos de uso do Tablet PC em salas de aula.....	19
3.2.1.1) Hunterdon Central High School.....	19
3.2.1.2) Universidade de Washington	20
3.2.1.3) DePauw University	20
3.2.1.4) Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	21
3.3) Considerações	23
Capítulo 4.....	24
Ferramentas e Trabalhos Relacionados.....	24
4.1) Classroom Presenter.....	24
4.1.1) Introdução.....	24
4.1.2) Modos de visualização	27
4.1.3) Uso do Presenter em salas de aula no Ensino Fundamental	30
4.2) Classroom Feedback System (CFS).....	30
4.3) Structured Interaction Presentation (SIP).....	34
4.4) Paper CP.....	37
4.5) Ubiquitous Presenter	39
4.6) Remarkable Texts	42
4.7) DyKnow Monitor.....	44
4.8) DyKnow Vision.....	45
4.9) Considerações.....	47
Capítulo 5.....	51
A Proposta.....	51
5.1) Objetivos da Proposta.....	52
5.2) A escolha do Presenter como plataforma para o desenvolvimento.....	53
Capítulo 6.....	55
Desenvolvimento do Protótipo.....	55
6.1) Introdução.....	55
6.2) Cenários de Uso	56

6.2.1) Cenário Geral	57
6.2.2) Cenários Complementares	58
6.3) Descrição do Protótipo	58
6.3.1) Identificação dos Alunos	59
6.3.2) Organização das Submissões de Slides em Decks	65
6.3.3) Modo de Visualização Mapa da Classe	67
6.3.3.1) Redimensionamento automático	69
6.3.4) Modo de Visualização Espiral	71
6.3.4.1) Sobreposição e deslocamento dos slides	72
6.3.4.2) Alteração do tamanho dos slides	74
6.3.4.3) Comparação de slides com o gabarito	77
6.3.4.4) Implementação	79
6.3.4.5) Pseudo-Código do Algoritmo de Posicionamento de Slides	80
6.3.4.6) Compatibilidade entre marcações	81
6.3.4.7) Exemplo de uso	84
6.3.4.8) Considerações	88
6.3.5) Modo de Visualização Grupos	89
6.3.5.1) Concepção Original	89
6.3.5.2) Implementação	90
6.3.5.3) Pseudo-código do algoritmo	90
6.3.5.4) Exemplo de uso	91
6.3.6) Associação de Tags às Marcações	99
6.3.6.1) Modelo Original	100
6.3.6.2) Modelo Revisado	101
6.3.6.3) Uso de tags para comparação de slides	104
6.3.7) Menu de acesso aos modos de exibição	104
6.4) Considerações	106

Capítulo 7..... 108

Avaliação e Testes..... 108

7.1) Objetivos	108
7.2) Primeiro Teste	109
7.2.1) Participantes	109
7.2.2) Desenvolvimento	110
7.2.2.1) Tarefa 1 – Acesso e identificação na ferramenta	110
7.2.2.2) Tarefa 2 – Verificação da localização pelo Mapa da Classe	112
7.2.2.3) Tarefa 3 – Avaliação Heurística	115
7.2.2.4) Tarefa 4 – Avaliação Heurística com Tags	118
7.2.3) Resultado do primeiro teste	121
7.2.4) Satisfação dos usuários no primeiro teste	127
7.2.4.1) Professor	127
7.2.4.2) Alunos	129
7.2.5) Considerações sobre o primeiro teste	131
7.2.5.1) Identificação dos alunos e aumento da interatividade	133
7.2.5.2) Agrupamento, consolidação e exibição das submissões	134
7.3) Segundo Teste	134
7.3.1) Participantes	134
7.3.2) Desenvolvimento	135
7.3.3) Resultados do segundo teste	135
7.3.4) Satisfação dos usuários no segundo teste	136
7.3.4.1) Professor	137
7.3.4.2) Alunos	137
7.3.5) Considerações sobre o segundo teste	139

Capítulo 8.....	141
Conclusões	141
8.1) Trabalhos futuros.....	143
8.2) Considerações Finais.....	147
Referências Bibliográficas.....	148
Apêndice A.....	157
Modelo do Sistema	157
A.1. Diagramas de Casos de Uso.....	157
A.1.1) Casos de Uso do Usuário Aluno.....	157
A.1.1) Casos de Uso do Usuário Professor.....	158
A2. Diagramas de Classe	159
Apêndice B.....	163
Princípios e heurísticas de usabilidade.....	163
B.1. Heurísticas de Usabilidade de Nielsen	163
B.2. Princípios de Usabilidade de Norman.....	164
B.3. Princípios de Usabilidade de Preece	166
Apêndice C.....	167
Material Utilizado na Avaliação e Testes	167
C.1) Slides da apresentação utilizada na avaliação	167
C.2) Questionário de Atividades de Usuário (Aluno)	173
C.3) Questionário de Atividades de Usuário (Professor)	176
C.4) Questionário do Avaliador	180
C.5) Questionário de Satisfação de Usuário (Aluno).....	184
C.6) Questionário de Satisfação de Usuário (Professor)	185
Apêndice D.....	186
Relatório sobre a utilização de Tablets PCs no ensino superior	186
D.1) Autores:.....	186
D.2) Contexto:.....	186
D.3) Dados obtidos.....	187
D.3) Comentários finais dos professores	200

Lista de Tabelas

Tabela 4.1. Comparação entre as ferramentas apresentadas no capítulo 4.....	48
Tabela 6.1. Matriz dos alunos da aula	62
Tabela 7.1. Resultado geral das tarefas executadas.....	122
Tabela 7.2. Respostas do professor sobre a visualização correta das submissões dos alunos	124
Tabela 7.3. Respostas do professor sobre o papel que o agrupamento das submissões pode ter no auxílio da quantificação do desempenho dos alunos	125
Tabela 7.4. Respostas do professor sobre a importância do agrupamento das submissões no retorno dado aos alunos	125
Tabela 7.5. Respostas dos alunos sobre o retorno de envio de sua submissão e sobre a visualização do slide submetido durante a execução das tarefas	126
Tabela 7.6. Avaliação do professor em relação ao uso de <i>tags</i> na tarefa 4	126
Tabela 7.7. Resumo dos comentários feitos pelos avaliadores dos alunos.....	127
Tabela 7.8. Pontos negativos apresentados pelos alunos.....	130
Tabela 7.9. Pontos positivos apresentados pelos alunos	131
Tabela 7.10. Resultado geral das tarefas executadas.....	136
Tabela 7.11. Pontos positivos apresentados pelos alunos.....	139

Lista de Figuras

Figura 2.1. Exemplo de execução de uma série de comandos na linguagem Logo	8
Figura 3.1. Exemplo de Tablet PC e sua caneta eletrônica	18
Figura 4.1. Interface do Presenter no modo de visualização do professor	26
Figura 4.2. Submissão de um slide com anotações de um aluno	27
Figura 4.3. Diagrama do funcionamento do Presenter	28
Figura 4.4. Exemplo de funcionamento do CFS [26; p82]	32
Figura 4.5. Exemplo de votação [26; p118]	35
Figura 4.6. Exemplo de consolidação dos dados de uma votação [26;p119]	36
Figura 4.7. Uso do PaperCP em comparação com o uso do Presenter no Tablet PC [44; p2]	38
Figura 4.8. Interface da ferramenta Ubiquous Presenter, acessada via navegador web	41
Figura 4.9. Exemplo de interface do Remarkable Texts	42
Figura 4.10. Exemplo de filtro e busca de marcações	43
Figura 6.1. Usuário com papel de aluno deve se identificar com nome e localização	60
Figura 6.2. Exemplo de distribuição dos alunos em sala de aula	61
Figura 6.3. Professor seleciona um slide e obtém informação associada ao aluno autor da submissão	63
Figura 6.4. Exemplo de slide com rótulo indicativo do nome do aluno no canto superior esquerdo	64
Figura 6.5. Visualização e alteração da localização do aluno	64
Figura 6.6. Organização dos slides de submissão em decks	67
Figura 6.7. Modo de visualização Mapa da Classe	68
Figura 6.8. Mapa da Classe com duas fileiras de alunos	70
Figura 6.9. Mapa da Classe com quatro fileiras de alunos	71
Figura 6.10. Concepção original da disposição de slides no formato Espiral	72
Figura 6.11. Disposição de cartas de baralho em uma mesa de jogo	73
Figura 6.12. Modelo de sobreposição de slides no protótipo	74
Figura 6.13. Menu de alteração do tamanho dos slides	76
Figura 6.14. Exibição dos slides com tamanho reduzido	77
Figura 6.15. Definição de slide como gabarito	78
Figura 6.16. Slide de gabarito, com contorno e rótulo específicos	79
Figura 6.18. Retângulos gerados pelo contorno das marcações de tinta	82
Figura 6.19. Intersecção dos retângulos gerados (em amarelo)	82
Figura 6.20. Slide utilizado como gabarito do modo de visualização em Espiral	84
Figura 6.21. Resolução da tarefa pela aluna Carol	85
Figura 6.23. Resolução da tarefa pelo aluno Mateus	86
Figura 6.24. Resolução da tarefa pelo aluno Lucas	86
Figura 6.25. Slides dispostos na Espiral	87
Figura 6.26. Resolução da tarefa pelo aluno Lucas	92
Figura 6.27. Resolução da tarefa pela aluna Maria	93
Figura 6.28. Resolução da tarefa pela aluna Carol	94
Figura 6.29. Resolução da tarefa pelo aluno Rony	95
Figura 6.30. Resolução da tarefa pela aluna Carla	96
Figura 6.31. Resolução da tarefa pelo aluno Mateus	97
Figura 6.32. Exibição dos slides no modo de exibição Grupos	98
Figura 6.33. Detalhe dos slides no modo de exibição Grupos	99
Figura 6.34. Associação de <i>tags</i> a uma marcação	100
Figura 6.35. Associação de <i>tags</i> a uma marcação de tinta	102
Figura 6.36. Exibição de <i>tags</i> associadas às marcações	103
Figura 6.37. Menu de alteração dos modos de visualização	105
Figura 6.38. Atalhos para a mudança de modos de visualização	106
Figura 7.1. Gabarito elaborado pelo professor para as atividades 3 e 4	111

Figura 7.2. Aluno informa seu nome e localização (linha/coluna) na classe	111
Figura 7.3. Slide correspondente à tarefa 1 do teste de usuários.....	112
Figura 7.4. Slide relativo à tarefa 2 do teste de usuários	113
Figura 7.5. Mapa da Classe relativo à tarefa 2 do teste de usuários	114
Figura 7.6. Slide relativo à atividade 3 do teste de usuários	115
Figura 7.7. Exemplo de avaliação heurística realizado durante a tarefa 3.....	116
Figura 7.8. Agrupamento dos slides realizado pelo professor durante a tarefa 3	117
Figura 7.9. Exibição dos slides em Espiral durante a tarefa 3.....	118
Figura 7.10. Exemplo de avaliação heurística com associação de <i>tags</i> realizado durante a tarefa 4	119
Figura 7.11. Agrupamento dos slides realizado pelo professor durante a tarefa 4	120
Figura 7.12. Exibição dos slides em Espiral durante a tarefa 4.....	121
Figura 7.13. Opinião dos alunos em relação ao retorno fornecido pelo professor.....	123
Figura 7.14. Opinião dos alunos em relação à possibilidade de comparação de suas atividades com a dos colegas.	124
Figura 7.15. Exibição do modo Grupos sem considerar-se as <i>tags</i> associadas às marcações.....	132
Figura A.1. Casos de uso do usuário aluno	157
Figura A.2. Casos de uso do usuário professor.....	158
Figura A.3. Classes de encapsulamento de dados	160
Figura A.4. Classes responsáveis pela comparação de slides	161
Figura C.1. Slide relativo à atividade 1 da apresentação	168
Figura C.2. Slide relativo à atividade 2 da apresentação	169
Figura C.3. Slide relativo à atividade 3 da apresentação	170
Figura C.4. Slide relativo à atividade 4 da apresentação	171
Figura C.5. Slide relativo ao gabarito dos exercícios propostos pelo professor	172

Capítulo 1

Introdução

Atualmente existe uma tendência cada vez maior para a inclusão de dispositivos computacionais em sala de aula, disponibilizados com o intuito de melhorar o aprendizado e as práticas de ensino. Entretanto, o uso desses dispositivos não deve ser feito de forma indiscriminada, devendo ser, ao contrário, fundamentado em práticas e modelos educacionais previamente elaborados e validados.

Um desses modelos é o denominado aprendizado ativo, construtivista por natureza, cujo objetivo é permitir aos estudantes terem um papel ativo em seu próprio processo de aprendizado. O modelo prevê a construção de um ambiente em que haja uma maior interação dos alunos tanto com colegas como com o professor, por meio de atividades e dinâmicas que estimulem esse tipo de comportamento. O modelo de aprendizado ativo apresenta ainda uma série de características benéficas ao ensino, sendo as principais o aumento do engajamento, interesse e participação dos alunos, a integração do material dos alunos nas discussões da sala de aula e também a possibilidade do professor ter acesso em tempo real ao entendimento dos alunos sobre o conteúdo tratado.

Os dispositivos tecnológicos possuem um papel fundamental para a viabilização e implantação do modelo de aprendizado ativo em sala de aula. Por exemplo, a caneta eletrônica, similarmente à caneta tradicional, é crítica neste contexto de aula pois possibilita o registro natural do processo de desenvolvimento do pensamento e raciocínio, com a vantagem de permitir um rápido e fácil arquivamento, distribuição, análise e comparação do material por ela registrado. Outro dispositivo interessante nesse contexto é o Tablet PC, *notebook* equipado com caneta eletrônica que possui a vantagem de ser leve, flexível e de grande mobilidade, sendo deste modo ideal para o uso no ambiente educacional.

Além disso, é necessária a utilização de softwares elaborados especificamente para utilização nesses dispositivos. Visando compreender melhor como se dá atualmente o uso desses dispositivos tecnológicos para a prática do aprendizado ativo, foi feita uma pesquisa inicial com o objetivo de encontrar e definir quais ferramentas atualmente são utilizadas neste contexto, suas características, vantagens, limitações e também exemplos de sua aplicação em instituições de ensino. Realizou-se ainda um estudo prático em sala de aula, durante um semestre, com o intuito de avaliar o impacto do uso de Tablets PCs e ferramentas a ele associadas no ambiente de ensino. Identificou-se que os softwares atualmente disponíveis são bastante limitados, não existindo ferramenta que agrupe em um mesmo ambiente as principais características necessárias para o estabelecimento de um ambiente de aprendizado ativo, principalmente as que dizem respeito à organização, análise e comparação das atividades realizadas pelos estudantes em sala de aula.

Deste modo, nesta dissertação está descrita a pesquisa que teve como objetivo principal o *design* e implementação de uma ferramenta que propiciasse a integração do material das atividades produzidas pelos alunos em sala de aula e a possibilidade de consolidação desse material pelo professor com o intuito de construir um ambiente de aprendizado ativo, comprovadamente benéfico para o ensino [1][2][3][4]. Além disso, definiu-se que a ferramenta deveria possuir uma interface compatível com o uso da caneta eletrônica, aproveitando-se assim as vantagens que esse dispositivo possui, principalmente no ambiente educacional.

A partir desses estudos e definições, foi realizado o desenvolvimento de um protótipo da ferramenta. O protótipo foi avaliado por duas turmas do curso de Ciência da Computação do Instituto de Computação da Unicamp, em atividades de avaliação heurística¹ de interfaces de usuários na disciplina “Construção de Interfaces Homem-Computador”. O objetivo dessa avaliação foi identificar se as características esperadas de interação e aprendizado ativo estavam facilitadas, além de obter a opinião dos alunos e professor em relação à funcionalidade, aspectos positivos e desvantagens da adoção desse tipo de tecnologia em sala de aula.

As principais contribuições desta dissertação são o desenvolvimento da ferramenta interativa que viabiliza a implantação do aprendizado ativo na sala de aula, principalmente através da

¹ Por motivos educacionais, as atividades propostas são mais simples do que as de uma avaliação heurística tradicional, compreendendo assim a análise de apenas uma tela de determinada interface fornecida.

organização, visualização e identificação das submissões dos alunos. Além disso, foram identificados princípios de *design* e usabilidade na implementação de ferramentas em dispositivos baseados em caneta eletrônica.

Deste modo organizou-se esta dissertação com o intuito de descrever todo o trabalho de pesquisa, desenvolvimento e avaliação da ferramenta criada. A organização da presente dissertação ocorre da seguinte forma:

- Capítulo 2: Apresenta um estudo sobre os modelos de aprendizagem interativa na educação, com destaque para o modelo de aprendizado ativo.
- Capítulo 3: Descreve o papel da tecnologia, principalmente a móvel e baseada em caneta eletrônica, como meio facilitador da aplicação do aprendizado ativo em sala de aula.
- Capítulo 4: Apresenta um estudo sobre trabalhos e ferramentas de software utilizados para construção de um ambiente interativo em sala de aula.
- Capítulo 5: Descreve a proposta e objetivos da ferramenta interativa desenvolvida.
- Capítulo 6: Relata os passos e decisões de design tomadas durante o processo de elaboração do protótipo funcional da ferramenta.
- Capítulo 7: Apresenta os testes realizados com usuários para validar o uso do protótipo desenvolvido em um ambiente real de sala de aula.
- Capítulo 8: Descreve as conclusões desse trabalho e as propostas para trabalhos futuros.
- Apêndice A: Apresenta o modelo do sistema, com os diagramas de casos de uso e os diagramas de classe.
- Apêndice B: Contém os princípios e heurísticas de usabilidade utilizados como fundamento para o desenvolvimento da interface de usuário da ferramenta.

- Apêndice C: Apresenta o material utilizado nos teste com usuários, como os formulários de avaliação e os slides da apresentação do professor.
- Apêndice D: Relata o estudo de um semestre feito com o intuito de observar as características, vantagens e carências do uso de Tablets PCs e ferramentas interativas em uma sala de aula.

Capítulo 2

A Educação e os Modelos de Aprendizagem Interativa

Este capítulo trata dos modelos e fundamentos educacionais que permitem e incentivam a participação dos alunos em sala de aula, seja pela interação entre os alunos ou entre os alunos e o professor ou pela inserção de ferramentas de auxílio à construção do conhecimento.

2.1) O Construtivismo e o Ensino Interativo

O modelo construtivista de ensino propõe de um modo geral uma mudança de dinâmica em relação à aula instrucionista tradicional, na qual existe uma transmissão direta e passiva de conteúdo e informação do professor aos alunos [5] [6]. Pelo modelo construtivista é proposta a participação ativa dos alunos nas atividades escolares, através da interação com outros colegas e professor e também através do uso de artefatos mediadores.

Conforme explica Becker [7; p93-97], o construtivismo pode ser definido como uma forma de construção do conhecimento através da interação do aluno tanto com o meio físico quanto com o meio social:

"Construtivismo significa isto: a idéia de que nada, a rigor, está pronto, acabado, e de que, especificamente, o conhecimento não é dado, em nenhuma instância, como algo terminado. Ele se constitui pela interação do indivíduo com o meio físico e social, com o simbolismo humano, com o mundo das relações sociais; e se constitui por força de sua ação e não por qualquer dotação prévia (...)"

"Entendemos que construtivismo na Educação poderá ser a forma teórica ampla que reúna as várias tendências atuais do pensamento educacional. Tendências que têm em comum a insatisfação com um sistema educacional que teima (ideologia) em continuar essa forma particular de transmissão que é a Escola, que consiste em fazer repetir, recitar, aprender, ensinar o que já está pronto, em vez de fazer agir, operar, criar, construir a partir da realidade vivida por alunos e professores (...). A Educação deve ser um processo de construção de conhecimento ao qual ocorrem, em condição de complementaridade, por um lado, os alunos e professores e, por outro, os problemas sociais atuais e o conhecimento já construído ('acervo cultural da Humanidade')."

Para a construção de um cenário interativo e favorável à atividade e participação dos alunos, segundo Moll [8; p185] é necessária a ocorrência de alguns fatores:

“ interação, colaboração, intersubjetividade, desempenho assistido, ou seja, quando ocorre uma situação de ensino, dizemos que ali se armou um cenário favorável à atividade”.

Moll [8] também afirma que uma das características fundamentais na participação dos alunos no ensino interativo é o *feedback* ou realimentação, que seria a grosso modo a resposta ou retorno que o professor dá aos alunos sobre seu desempenho em determinada atividade. Entretanto, o professor deve ter cuidado ao fornecer o *feedback*, conforme explica Moll [8; p176]:

“(...) Fornecer, simplesmente, informações a respeito do desempenho não é *feedback*. Não haverá acompanhamento de performance a menos que a informação fornecida seja comparável a um certo padrão. (...) A realimentação ocorre no ensino interativo. Quando se analisam fatos, é importante que os estudantes obtenham *feedback* a respeito de sua precisão. O estabelecimento de padrões de precisão é uma parte importante desse processo.”

A interação em sala de aula tem sua importância pois serve como estímulo aos alunos para que superem suas Zonas de Desenvolvimento Proximal (ZDP). O conceito da ZDP foi criado por Vygotsky [9; p117] para determinar a área intermediária entre o nível de desenvolvimento real (onde o aluno consegue resolver sozinho algum problema) e o nível de desenvolvimento

potencial (onde o aluno precisa da colaboração dos colegas ou do professor para chegar ao entendimento de determinado assunto).

Um aluno que esteja em uma ZDP em relação a algum conceito ou problema está no limite de sua capacidade individual, precisando do auxílio de uma fonte externa para que consiga chegar ao entendimento proposto. Segundo Tharp e Gallimore [10] :

“(...) O ensino consiste em dar assistência ao desempenho do aluno em seu movimento pela zona de desenvolvimento proximal. Podemos dizer que o ensino ocorre quando o auxílio é oferecido nos pontos da ZDP que efetivamente requerem sua assistência”.

Justamente por causa desses fatores o aprendizado não pode ser isolado nem passivo, sendo a interação do aluno com colegas e professor fundamental para o entendimento do conteúdo e conceitos apresentados. Conforme explica Tharp e Gallimore [10; p89], importante também é o papel do professor, que deve compreender a individualidade dos alunos, compartilhando e incentivando a participação de novos indivíduos nas tarefas de forma a permitir um novo e adequado desenvolvimento cognitivo em todos os participantes.

2.2) O Construcionismo

O modelo construcionista², derivado do construtivismo (ver seção 2.1), foi proposto por Seymour Papert [11] e tem como principal característica a afirmação da importância da existência de ferramentas no ambiente de ensino para viabilizar a construção do conhecimento. Papert propõe como ferramenta os computadores, que são flexíveis e podem ser adaptados à realidade dos usuários.

Segundo Papert, é errado utilizar os computadores apenas para otimização do processo de transferência de informação, já que esse uso não muda o conceito tradicional, instrucionista, da

² Não deve ser confundido com o Construcionismo Social, cuja principal referência teórica é Kenneth Gergen [12].

educação. Ao contrário, os alunos devem utilizar o conhecimento existente para se tornarem pensadores ativos e críticos, modelando a ferramenta computacional para que ela sirva de suporte ao seu desenvolvimento cognitivo, que deve ser individual e espontâneo [11].

Papert desenvolveu a linguagem de programação Logo [13], voltada principalmente para o ensino infantil e fundamental, na qual as crianças são convidadas a ensinar uma tartaruga a realizar tarefas, formalizando assim seu conhecimento e intuição. A Figura 2.1 mostra um exemplo de execução do SuperLogo (interpretador da linguagem Logo) [14]:

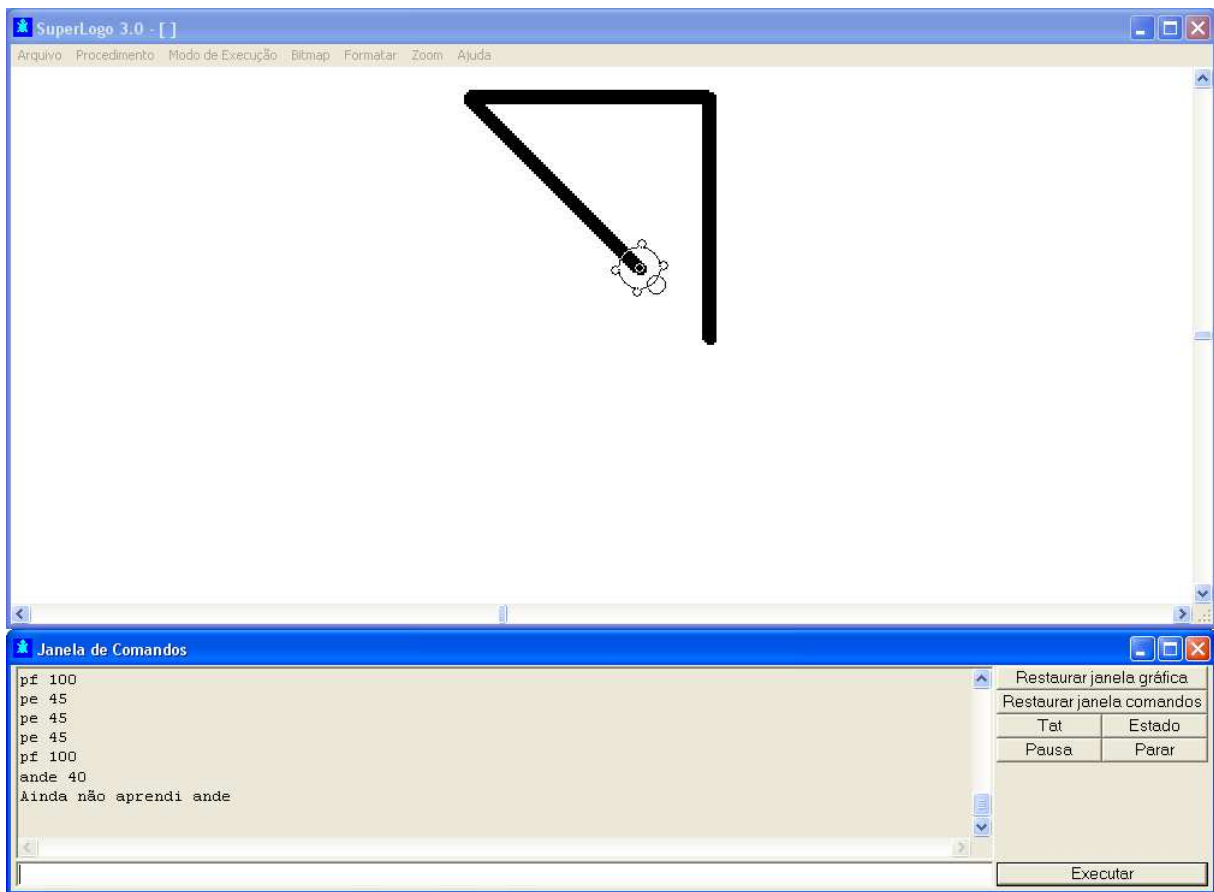


Figura 2.1. Exemplo de execução de uma série de comandos na linguagem Logo

A Figura 2.1 mostra uma série de comandos de movimentação feitos à tartaruga, que “marca” com uma tinta preta os locais pelos quais passou. A linguagem é simples e próxima do mundo

real justamente para facilitar a utilização por pessoas sem conhecimentos prévios de informática e programação. Por exemplo, *'pf'* indica que se deseja que a tartaruga vá para frente. Caso se digite por exemplo *'ande 40'*, como mostrado na Figura 2.1, a mensagem de erro apresentada é uma explicação em linguagem natural de que a tartaruga desconhece esse comando. Existem também vários interpretadores da linguagem disponíveis no mercado (e.g. KTurtle), sendo que em vários deles é possível customizar a imagem da tartaruga, aumentando ainda mais o interesse das crianças na ferramenta.

Desta forma, identifica-se que a interação concebida pelo modelo construcionista é fundamentada principalmente na existência e no uso de ferramentas no ambiente educacional. Por outro lado, existem modelos que priorizam a interação entre os alunos e entre os alunos e o professor, sendo que as ferramentas e dispositivos computacionais existiriam apenas para dar suporte e viabilidade a essa interação. O aprendizado ativo, modelo descrito na seção 2.3, é um exemplo dessa abordagem.

2.3) O modelo de Aprendizado Ativo

2.3.1) Características

O aprendizado ativo pode ser definido como um estilo de aula que envolve os estudantes, levando-os a terem um papel ativo em seu próprio processo de aprendizado [15]. Conforme afirma Bernhard [16], a importância do aprendizado ativo pode ser explicada pela ciência cognitiva (responsável pelo estudo científico da mente e da inteligência), que prevê a necessidade de ruptura e confronto com os modelos mentais pré-existentes nos alunos de forma a permitir que eles aprendam novos conceitos e adquiram novas informações. Esse processo deve ocorrer de forma clara, plausível e desafiadora.

Segundo Bonwell e Eison [3] é errada, apesar de muito comum, a classificação pelos educadores de que qualquer tipo de aprendizado é inerentemente ativo. Dessa forma uma aula tradicional, instrucionista, em que a única dinâmica consiste no professor falar e os alunos ouvirem poderia ser classificada incorretamente como de aprendizado ativo, já que os alunos estariam ativamente envolvidos no processo de escuta e aprendizado. Conforme afirma Chickering e Gramsom [17],

para que haja o real aprendizado ativo os alunos devem fazer muito mais do que apenas ouvir: devem ler, escrever, discutir, analisar, sintetizar, enfim, realizar atividades e dinâmicas de alto nível e, mais importante do que isso, ter consciência sobre o que estão fazendo.

Desta forma, a interação entre os alunos na execução das atividades, bem como a interação do professor com os alunos tanto durante quanto após as dinâmicas são aspectos fundamentais do aprendizado ativo. Em relação ao professor, conforme visto na seção 2.1 é necessário que seu *feedback* não seja apenas uma transmissão simples e geral de informação, devendo ser, ao contrário, específica e individual, medindo e quantificando através de padrões de comparação o desempenho de cada um dos alunos.

Assim várias características e estratégias podem estar presentes para permitir a incorporação do aprendizado ativo no ambiente escolar. Ruhl *et al.* [18], por exemplo, propõem como forma de consolidação da informação paradas de 2 minutos durante a aula, melhorando assim a capacidade de aprendizado. Estudos recentes [15] dão sustentação a essa afirmação ao indicarem que o tempo médio de atenção de um aluno para ouvir o professor é em torno de 15 minutos, sendo que após isso sua habilidade de concentração e foco cai drasticamente. Estatisticamente, segundo Prince [19] em uma aula tradicional os estudantes conseguem guardar 70% do que é dito nos primeiros 15 minutos e apenas 20% do que é dito nos últimos 15 minutos de aula.

Deste modo Chickering e Gramsom [17] afirmam que um dos meios para incorporar o aprendizado ativo seria a inserção de demonstrações ou exemplos durante a aula juntamente com propostas de exercícios e seu posterior debate e discussão com os alunos. Esse modelo de discussão, segundo McKeachie *et al.* [20], seria inclusive uma das estratégias mais importantes na promoção do aprendizado ativo, já que ao contrário da aula tradicional permitiria aos alunos uma retenção a longo prazo da informação, a motivação para a pesquisa de leituras adicionais, a possibilidade de aplicação e associação dos conceitos a outros contextos e também o incentivo para que os alunos desenvolvam novas habilidades e formas de pensamento.

Similarmente, Bonwell e Eison[3] propõem que a aula seja dividida em mini-aulas, separadas por intervalos nos quais os alunos seguiriam um guia de estudo, discutindo em grupo o conteúdo

apresentado. Essas ações serviriam justamente para aumentar a atenção e comprometimento dos alunos, sendo vitais para permitir o aumento do aprendizado.

2.3.2) Benefícios do Aprendizado Ativo

Conforme visto na seção 2.1, a construção de aulas com atividades interativas contribui para o rompimento das Zonas de Desenvolvimento Proximal, onde a interação dos alunos com seus colegas e com o professor representa um ponto importante para o desenvolvimento e aprendizado dos alunos. Conforme afirma Moon [21], interação é um pré-requisito essencial para o aprendizado, sendo que no modelo construtivista os alunos que se engajarem e interagirem estão mais propensos a construir as estruturas de conhecimento necessárias para seu aprendizado.

Deste modo, segundo Anderson *et al.* [2], o modelo de aprendizado ativo apresenta uma série de características benéficas ao ensino:

- Aumento do engajamento e participação dos alunos: com aulas interativas os alunos sentem-se mais estimulados a participar e contribuir nas atividades. Além disso, o modelo de aprendizado ativo prevê que todos os alunos devem ter a oportunidade de participar e resolver as tarefas à sua própria maneira [2]. O fato de terem um *feedback* adequado às suas participações faz com que eles sintam que suas interações são importantes não apenas para o seu aprendizado, mas para o da classe como um todo. O aumento do interesse propicia uma maior retenção da informação e também um estímulo para um aprofundamento no assunto e conceitos aprendidos [3].
- Capacidade do professor ter acesso em tempo real ao entendimento dos alunos: com esse entendimento o professor tem a flexibilidade para ajustar sua aula em tempo real de acordo com o entendimento e compreensão dos alunos [2]. Além disso, ele consegue identificar problemas e dificuldades no momento da aula, sem ter que esperar uma prova, teste ou mesmo as avaliações de final de semestre para identificar eventuais problemas no aprendizado [22]. É possível que o professor proponha uma atividade e use uma resposta incorreta de um aluno como exemplo para esclarecer um conceito que aparentemente não foi bem compreendido pela classe [2].

- Integração de material dos alunos nas discussões da sala de aula: incluir exemplos, idéias ou sugestões dos alunos em sala de aula faz com que exista a possibilidade de discussão de uma série de pontos de vista que de outra maneira não poderiam ser citados apenas pelo professor isoladamente. Os alunos também anseiam em ver sua participação e dos colegas exibidas e discutidas, o que também é um incentivo para sua participação na aula [2].

2.3.3) Barreiras e soluções para a implantação do modelo de Aprendizado Ativo

Conforme afirmam Bonwell e Eison [3], antes da implantação do modelo de aprendizado ativo é necessário que sejam identificadas e entendidas as barreiras à mudança existentes no ambiente educacional. Uma delas seria justamente a grande influência da educação tradicional e o medo, desconforto e ansiedade que qualquer mudança de paradigma gera.

De um modo geral, as principais barreiras e soluções para a implantação do aprendizado ativo são [15]:

- Impacto no tempo de preparação da aula: sendo um modelo de ensino distinto do tradicional, os professores deverão preparar atividades específicas de aprendizado para suas aulas. Entretanto, segundo Fagen *et al.* [23] o tempo de preparo de uma aula com estratégias de aprendizado ativo é similar ao tempo que o professor levaria para preparar uma nova aula convencional.

Além disso, McConnel *et al.* [24], Anderson *et al.* [25] e Wolfman [26; p67] afirmam ser possível a reutilização de atividades bem sucedidas de aprendizado ativo em várias aulas e cursos, representando assim uma considerável economia de tempo para o professor.

- Diminuição do conteúdo coberto nas aulas: como as aulas de aprendizado ativo são mais interativas e dinâmicas, com uma maior participação dos alunos, é esperado que haja diminuição no tempo disponível ao professor para a ‘transmissão’ convencional de informação e conteúdo. Entretanto, isso pode ser compensado pela leitura prévia do

material básico da aula por parte dos alunos, que utilizariam a aula para tratar dúvidas ou discutir conceitos mais avançados do conteúdo.

- Rejeição dos alunos: um dos receios mais comuns do professor na aplicação do modelo de aprendizado ativo é a falta de compreensão e cooperação dos alunos nas atividades [15]. Isso pode ocorrer tanto pela mudança de paradigma quanto pela não familiaridade com as novas tecnologias e dispositivos utilizados, conforme será mostrado no Capítulo 3.

Segundo Bonwell e Eison [3], para minimizar esses riscos recomenda-se que seja feita uma inserção gradual do modelo em sala de aula, bem como uma explicação clara aos alunos sobre o que é o aprendizado ativo, quais são seus objetivos e quais as expectativas em sua aplicação.

Além disso, Bonwell e Eison [3] afirmam que o apoio institucional é fundamental para a aplicação do aprendizado ativo, seja pelo fornecimento dos materiais, equipamentos ou recursos necessários mas também pelo reconhecimento e estímulo às iniciativas de melhoria e excelência de ensino do corpo docente.

2.4) Considerações

Foi visto neste capítulo que em contraposição às aulas tradicionais e instrucionistas, onde a informação é transmitida diretamente do professor para os alunos, existe um modelo denominado construtivista, no qual o conhecimento é construído pelos próprios alunos através de interações com o meio físico (artefatos, ferramentas, dispositivos computacionais etc.) e também com o social (professor e demais alunos).

Uma abordagem construtivista proposta por Papert é o construcionismo, um modelo que prevê a interação dos alunos com ferramentas, como o computador. Como aplicação prática do modelo foi desenvolvida a linguagem de programação Logo, onde os alunos ensinam uma tartaruga a realizar tarefas e funções, desenvolvendo assim seu raciocínio e capacidade lógica.

Já o modelo denominado aprendizado ativo é uma abordagem construtivista para a criação de um ambiente interativo em sala de aula. Diferentemente do construcionismo, seu foco está justamente na capacidade de interação social entre os alunos e também entre os alunos e o professor. Conforme apresentado no Capítulo 3 a seguir, ferramentas e dispositivos computacionais como os Tablets PCs são fundamentais para a viabilização prática do aprendizado ativo.

Capítulo 3

O Papel da Tecnologia em sala de aula

Este capítulo trata da importância da tecnologia, principalmente a móvel e baseada em caneta eletrônica, para viabilizar aspectos educacionais importantes em sala de aula, como o compartilhamento de informação, a colaboração, a tomada de notas e também o modelo de aprendizado ativo.

São apresentados também exemplos de utilização desses dispositivos, em especial o Tablet PC, em salas de aula e ambientes educacionais.

3.1) A tecnologia baseada em caneta eletrônica como meio facilitador do Aprendizado Ativo

O advento de novas tecnologias permitiu uma transformação do conhecimento humano, tanto em seu processo de criação e armazenamento quanto de transmissão [27]. Nos últimos anos a interação humano-computador passou a contar com outras opções além dos tradicionais teclado e mouse, como telas sensíveis ao toque e canetas eletrônicas.

Segundo Backon[27], o uso da caneta eletrônica é importante pois permite registrar e organizar pensamentos, idéias, problemas e soluções de forma clara e precisa, tornando o ensino e o aprendizado mais flexíveis. Além disso, a caneta eletrônica possibilita o registro natural do processo de desenvolvimento do pensamento e raciocínio em todas as suas etapas. Por exemplo, na resolução de cálculos grandes e complexos, é possível que sejam registrados os passos feitos e também desenhados diagramas que explicam o desenvolvimento do problema. Deste modo, a utilização da caneta eletrônica em muito auxilia diversas atividades de aprendizagem.

Backon [27] afirma ainda que a principal vantagem da caneta eletrônica em relação ao caderno e canetas tradicionais é que o material produzido de forma digital pode ser arquivado, distribuído, analisado e comparado com outros similares.

Segundo Chidanandan [22] o uso de dispositivos baseados em caneta eletrônica em sala de aula, bem como softwares que dêem suporte a esse uso, podem viabilizar a implantação de modelos educacionais como o de aprendizado ativo, apresentado na seção 2.3 desta dissertação. Conforme visto, neste modelo os estudantes não devem ser apenas meros espectadores e receptores de informação, ao contrário, devem atuar ativamente na aula, realizando trabalhos em grupo, compartilhando e dividindo suas atividades com outros colegas e também com o professor.

As principais características do modelo de aprendizado ativo (ver seção 2.3.2), podem ser alcançadas com o uso da caneta eletrônica e de softwares que deem suporte a esta tecnologia, da seguinte forma:

- Aumento do engajamento e participação dos alunos: em uma aula tradicional, sem uso de dispositivos baseados em caneta eletrônica, o professor geralmente escreve no quadro negro suas anotações de aula, que depois são copiadas pelos alunos em seus cadernos ou em cópias previamente impressas dos slides da aula [22]. Os alunos gastam deste modo muito tempo copiando o conteúdo ao invés de se preocuparem em entender o que está sendo mostrado. Além disso, as anotações originais do professor se perdem e não podem ser aproveitadas em outro contexto ou aula. O uso da caneta eletrônica, aliada a uma ferramenta de distribuição e arquivamento das anotações, poderia resolver esse problema, registrando automaticamente o conteúdo teórico transmitido e permitindo desta forma que os alunos utilizassem o tempo de aula participando de atividades e discussões.

Além disso, com o uso da tecnologia os alunos têm a oportunidade de realizar as tarefas em seu próprio passo e velocidade, sem a necessidade de se exporem indo ao quadro negro ou lendo em voz alta seus exercícios. Isso pode ser um aspecto particularmente estimulante para a participação de alunos tímidos [26; p75-76].

Conforme abordado nas próximas seções, o uso da tecnologia também possibilita uma maior interação dos alunos com o professor, permitindo ainda que este forneça um *feedback* pontual aos alunos durante a aula. Estes aspectos são fundamentais para que haja uma maior participação e interesse dos alunos nas aulas.

- Capacidade do professor ter acesso em tempo real ao entendimento dos alunos: é importante que durante a aula o professor tenha conhecimento de qual o entendimento dos alunos em relação aos tópicos e conceitos abordados. Em uma sala tradicional isso seria viável apenas no momento da avaliação, já que durante a aula o professor não teria condições de andar pela sala de aula e acompanhar cada aluno de forma individual [22].

Além disso, os alunos que estiverem com dificuldades em completar a tarefa podem ficar relutantes em pedir ajuda [22]. Com o uso da tecnologia é possível a construção de softwares que agrupem em uma mesma tela as atividades dos alunos permitindo uma avaliação e *feedback* imediatos e em tempo real, sem a necessidade de deslocamento do professor.

- Integração de material dos alunos nas discussões da sala de aula: Em uma aula tradicional o professor pode solicitar aos alunos a resolução de exercícios, a execução de tarefas ou a elaboração de atividades, mas devido à grande quantidade de alunos a discussão geralmente é feita em relação à contribuição de poucos estudantes.

Com o uso da tecnologia baseada em caneta eletrônica, é possível que o professor receba, exiba e transmita a contribuição de todos os alunos. Assim, os alunos conseguem ver a contribuição dos colegas e também identificar similaridades e diferenças em relação à sua própria contribuição, aumentando desta forma a interação em sala de aula e, conseqüentemente, as discussões e aprendizado do assunto abordado.

3.2) O Tablet PC como exemplo de tecnologia baseada em caneta eletrônica

Os Tablets PCs são notebooks leves e práticos, em que a forma de interação pode ser feita por meio do mouse, do teclado ou da caneta eletrônica, conforme ilustra a Figura 3.1.



Figura 3.1. Exemplo de Tablet PC e sua caneta eletrônica

Segundo estudos realizados por Scoot *et al.* [28] os alunos preferem utilizar os Tablets PCs em sala de aula ao invés de notebooks tradicionais. Entretanto, como ocorre com o uso de qualquer outra tecnologia, o uso dos Tablets PCs pode gerar ansiedade e possível distração. Para minimizar esse fator, Scoot *et al.* [28] recomenda que os alunos sejam encorajados a princípio a utilizarem sozinhos o equipamento, podendo assim no momento da aula terem a atenção voltada apenas ao professor e ao ambiente de ensino.

Outra vantagem dos Tablets PCs é o fato de por sua leveza e mobilidade ele poder ser usado deitado, como um caderno apoiado na mesa ou no próprio braço do estudante. Isso é importante pois nos computadores tradicionais, inclusive nos notebooks, a tela fica na vertical, agindo como uma barreira entre o usuário e seus interlocutores. É justamente por este motivo que algumas empresas proíbem o uso de notebooks em reuniões, permitindo apenas a utilização de Tablets PCs [29].

3.2.1) Exemplos de uso do Tablet PC em salas de aula

Existem vários exemplos de uso de Tablets PCs no ambiente educacional, em diversos níveis e instituições de ensino. De um modo geral, os Tablets PCs são utilizados com o apoio de softwares e ferramentas específicas (ver Capítulo 4 desta dissertação para maiores detalhes), tendo obtido diversos graus de aceitação entre alunos e professores.

Nas seções a seguir são citados alguns exemplos de uso dos Tablets PCs no contexto educacional:

3.2.1.1) Hunterdon Central High School

Na Hunterdon Central High School³ uma escola secundária dos EUA, os Tablets PCs foram utilizados por 33 professores em um projeto piloto elaborado com o intuito de medir a eficiência da aplicação desta tecnologia no ambiente escolar [30].

Os professores eram de vários departamentos da escola, possuindo conhecimentos diversos em computação. Eles inicialmente foram submetidos a um treinamento (em torno de 2 dias) para se familiarizar com a tecnologia, sendo que após isso passaram a utilizar o Tablet PC tanto em suas aulas quanto fora do ambiente escolar.

Segundo Mancabelli [30], após resolverem problemas iniciais de infra-estrutura os professores passaram a considerar a tecnologia muito confiável, rapidamente passando a integrar os Tablets PCs em suas rotinas. Muitos professores passaram a utilizar em suas aulas o Tablet PC conectado ao projetor como substituto do quadro negro. Através de softwares que permitem a manipulação e uso tinta eletrônica, como o Microsoft Power Point [31] e o Microsoft One Note [32], os professores passaram a ilustrar conceitos, resolver problemas e até mesmo permitir que os alunos se utilizassem do Tablet PC para ilustrar algum conceito para toda a classe.

De um modo geral, conforme mostra Mancabelli [30], a aplicação dos Tablets PCs foi muito positiva. Através de pesquisas e questionários formais e informais os professores afirmaram que

³ <http://www.hcrhs.k12.nj.us/>

o uso dos Tablets PCs aumenta a flexibilidade do ensino, amplia o engajamento dos alunos, aumenta a produtividade e melhora a organização das aulas.

3.2.1.2) Universidade de Washington

Foi desenvolvida e aplicada na Universidade de Washington⁴ [4][33][34] a ferramenta Classroom Presenter um software de apresentação e compartilhamento de slides descrito em detalhes na seção 4.1. Segundo Anderson [2], o foco do Classroom Presenter é integrar os slides do professor com os dispositivos dos alunos (em especial o Tablet PC), provendo também um mecanismo que permite aos alunos anotar e enviar slides de volta ao professor.

Os Tablets PCs, com a ferramenta Classroom Presenter instalada, foram utilizados em mais de 15 cursos, com mais de 10 instrutores, atingindo aproximadamente 1400 estudantes. De acordo com Anderson [2], a maior parte dos alunos afirmou que o uso da ferramenta com os Tablets PCs permitiu terem uma maior atenção e entendimento nas aulas em que a tecnologia foi utilizada.

Ainda segundo Anderson, em entrevistas os instrutores afirmaram que consideravam muito natural escrever nos Tablets PCs, e que isso permitiu a elaboração de aulas mais dinâmicas e estimulantes aos alunos.

3.2.1.3) DePauw University

Conforme explica Berque [35], a Universidade DePauw⁵ testou a utilização da caneta eletrônica em dezenas de cursos de graduação, nas mais diversas áreas. Desse modo foram utilizados computadores de mesa padrão com telas fixas sensíveis ao toque da caneta eletrônica e também Tablets PCs. A ferramenta DyKnow (ver seções 4.7 e 4.8) foi utilizada como suporte para a transmissão e compartilhamento de slides e tarefas nas classes que adotaram essa tecnologia.

Quando confrontados com ambos os dispositivos baseados em caneta eletrônica, os alunos afirmaram serem os Tablets PCs mais confortáveis ergonomicamente, mais flexíveis para

⁴ <http://www.cs.washington.edu/>

⁵ <http://www.depauw.edu/>

trabalhos em grupo e também com uma melhor precisão na tinta digital do que as telas sensíveis ao toque.

Testes também foram feitos com professores, que utilizaram as telas fixas sensíveis ao toque da caneta eletrônica, outros dispositivos baseados em caneta eletrônica e Tablets PCs. Todos os professores sujeitos ao teste escolheram apenas lecionar com os Tablets PCs por considerarem, entre outras coisas, que o uso de Tablets PCs encoraja uma interação mais informal entre os alunos, permitindo assim que eles trabalhem próximos de forma natural.

3.2.1.4) Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Em 2006 a Unicamp⁶ recebeu o “Hewlett-Packard Technology for Teaching Grant”, um apoio institucional para pesquisa provido pela HP⁷ que forneceu 21 Tablets PCs para desenvolvimento, uso e avaliação de ferramentas colaborativas baseadas em caneta eletrônica.

Inicialmente os Tablets PCs foram utilizados na disciplina “Construção de Interfaces Homem-Computador” do curso de Ciência da Computação da Unicamp. Tanto o professor como os alunos utilizaram Tablets PCs durante a maior parte das aulas, mas devido à quantidade restrita de Tablets PCs, estes últimos tiveram que se agrupar em duplas ou trios no uso do equipamento.

Conforme descrito em detalhes no Apêndice D, após um grande interesse inicial, com o passar das aulas os alunos começaram a mostrar desinteresse no uso dos Tablets PCs. De acordo com os professores, isso ocorreu em grande parte devido à adoção da ferramenta Presenter (descrita na seção 4.1), que possuía graves problemas de conexão de rede, transmissão e recebimento de slides, salvamento e compatibilidade de arquivos e pouca flexibilidade em relação à comparação, agrupamento e consolidação das submissões de slides recebidas dos alunos.

Apesar deste panorama, os professores da disciplina afirmaram ser o Tablet PC um meio importante de compartilhamento e colaboração entre alunos e professor, desde que existam ferramentas que facilitem e permitam isso.

⁶ <http://www.unicamp.br>

⁷ <http://www.hp.com>

Outro estudo [36] realizado no Instituto de Computação da Unicamp aplicou os Tablets PCs em aulas das disciplinas de “Arquitetura de Computadores” e “Engenharia de Software”. Nessas disciplinas os Tablets PCs foram utilizados apenas em aulas de exercícios, onde eram propostas tarefas específicas a serem feitas com o uso da caneta eletrônica. Nesse estudo, onde a ferramenta Presenter foi inicialmente utilizada, apurou-se a necessidade de novas funcionalidades, como a possibilidade de cópia de slides, ferramentas de desenho e também a integração com outras ferramentas instaladas no próprio Tablet PC e associadas às disciplinas correspondentes, como por exemplo modeladores de diagramas UML.

Desta forma foi elaborada uma extensão da ferramenta Presenter onde era possível inserir nos slides a imagem capturada de qualquer tela do sistema. Com isso permitiu-se a integração com os softwares que os alunos já estavam acostumados a utilizar, mantendo-se a possibilidade de escrita e anotação similar ao papel e caneta, além das características de colaboração já disponíveis no Presenter.

De um modo geral os resultados apurados apontam a importância da integração com outras ferramentas, sendo que os alunos acreditaram ser mais fácil utilizar os Tablets PCs e mais interessante participar de aulas em que fosse utilizada a ferramenta desenvolvida com a funcionalidade de captura de telas.

Entretanto, identificaram-se também problemas associados ao professor, que nitidamente ficou sobrecarregado e confuso com a quantidade de slides recebidos das submissões dos alunos. Desse modo o professor muitas vezes foi incapaz de encontrar a submissão de determinado aluno mesmo quando solicitado diretamente pelo estudante. Isso, aliado à não possibilidade de identificação dos alunos na ferramenta e à falta de organização das submissões (dispostas todas em um mesmo *deck*⁸) tornou praticamente inviável a possibilidade do professor fornecer um *feedback* individual aos alunos.

⁸ O termo “deck” será utilizado para designação de conjunto de slides no decorrer do texto.

3.3) Considerações

Como visto nos exemplos apresentados neste capítulo, o uso de dispositivos baseados em caneta eletrônica, em especial os Tablets PCs, pode ser muito importante para permitir e viabilizar a adoção de modelos educacionais, como o de aprendizado ativo.

É importante notar, entretanto, que a adoção pura e simples desses dispositivos não gera necessariamente ganhos educacionais, podendo até mesmo gerar frustração nos alunos e docentes caso as expectativas não sejam concretizadas. Por exemplo, pesquisa estatística realizada pela Unicamp [37] mostra que os alunos do ensino fundamental e médio que utilizam computadores para realizar as lições de casa propostas pelo professor têm um desempenho escolar inferior aos que não utilizam esse tipo de tecnologia. Além disso, estudos [38] também revelam que estudantes que utilizam notebooks durante a aula estão mais propensos a realizarem tarefas não correlatas ao ensino, distraíndo-se e perdendo o foco nas atividades propostas pelo professor.

Deste modo, é necessário que exista a adoção de ferramentas de software fundamentadas em metodologias educacionais que viabilizem as características de colaboração e interação desejadas. O Capítulo 4 apresenta as principais ferramentas existentes atualmente nessa área.

Capítulo 4

Ferramentas e Trabalhos Relacionados

Este capítulo trata dos trabalhos e ferramentas relacionados ao uso de dispositivos móveis e caneta eletrônica no contexto educacional com o objetivo de permitir a implantação de um ambiente interativo, de aprendizado ativo, em sala de aula.

Algumas dessas ferramentas foram desenvolvidas e utilizadas unicamente em projetos acadêmicos com o intuito de servir como veículo para validação de teorias e métodos educacionais. Outras têm pretensão mais ampla, sendo disponibilizadas ou até mesmo vendidas a diversas instituições de ensino em todo mundo. Em qualquer caso elas são relevantes pois permitem identificar de quais modos a tecnologia pode ser empregada em sala de aula para propiciar um ambiente mais dinâmico, interativo e propício ao aprendizado.

4.1) Classroom Presenter

4.1.1) Introdução

A ferramenta Classroom Presenter⁹ [39][1;-p7-72] é uma aplicação para Tablets PCs desenvolvida pela Universidade de Washington (EUA) para promover uma maior interação entre alunos e professor no ambiente de sala de aula [40]. Seu código fonte é livre e aberto para distribuição ou modificações.

O Presenter busca prover à aula mecanismos que adaptem e flexibilizem em tempo real a apresentação de slides aos alunos, facilitando a criação de um ambiente de aprendizado ativo (ver seção 2.3) em sala de aula. Segundo Anderson [2], o Presenter amplia a participação e motivação dos alunos, permitindo que o professor tenha um retorno imediato do entendimento que os alunos

⁹ A ferramenta “Classroom Presenter” será referenciada apenas como “Presenter” no decorrer do texto

têm dos conceitos ensinados, além de integrar materiais disponibilizados pelos alunos nas discussões da aula.

Para tanto, Anderson [39] afirma que a idéia básica que fundamenta o Presenter é o suporte à escrita eletrônica sobre os slides da aula, usando para isso o Tablet PC como instrumento tecnológico facilitador. As anotações feitas pelo professor nos slides são acompanhadas e visualizadas pelos alunos em seus Tablets PCs, e os alunos têm a liberdade de fazer e enviar suas próprias anotações, denominadas submissões, ao professor.

O uso do Presenter é feito em uma sala de aula onde tanto o professor quanto os alunos (individualmente ou em grupo) utilizam Tablets PCs conectados a uma rede sem fio. Inicialmente o professor abre no Presenter uma apresentação de slides feita em Power Point e convertida previamente (por um utilitário próprio chamado Deck Builder ou por um plugin instalado no Power Point) para o formato aceito pelo Presenter. Após isso os alunos passam a visualizar em seus próprios Tablets PCs o mesmo slide selecionado pelo professor em sua apresentação. O professor tem também a opção de permitir ou restringir, no momento em que quiser, a livre navegação dos alunos nos slides da apresentação.

Com o uso da caneta eletrônica do Tablet PC tanto professor quanto alunos podem fazer anotações, grifar textos ou fazer quaisquer marcações que queiram nos slides apresentados. As anotações feitas no slide pelo professor são imediatamente propagadas para os equivalentes slides nos Tablets PCs dos alunos. Já as anotações feitas pelos alunos nos slides são pessoais, ficando a princípio restritas apenas a eles próprios. Entretanto, caso queiram ou sejam solicitados, os alunos podem submeter ao professor suas anotações (dúvidas, sugestões, pedidos de ajuda, respostas de exercícios, etc.) que são dispostas no Presenter do Tablet PC do professor em um conjunto de slides à parte dos slides da apresentação original. Essas submissões são anônimas e o professor tem a liberdade de exibi-las para a classe se, e quando, quiser.

A Figura 4.1 mostra um exemplo de interface e usuário do Presenter sendo utilizado por um professor em uma aula de Interfaces Humano Computador. O item 4.1a mostra o slide atual selecionado (que é replicado para todos os alunos), enquanto o item 4.1b mostra o conjunto de slides da aula preparada pelo professor.

4.1a) Slide Principal

4.1b) Slides da Aula

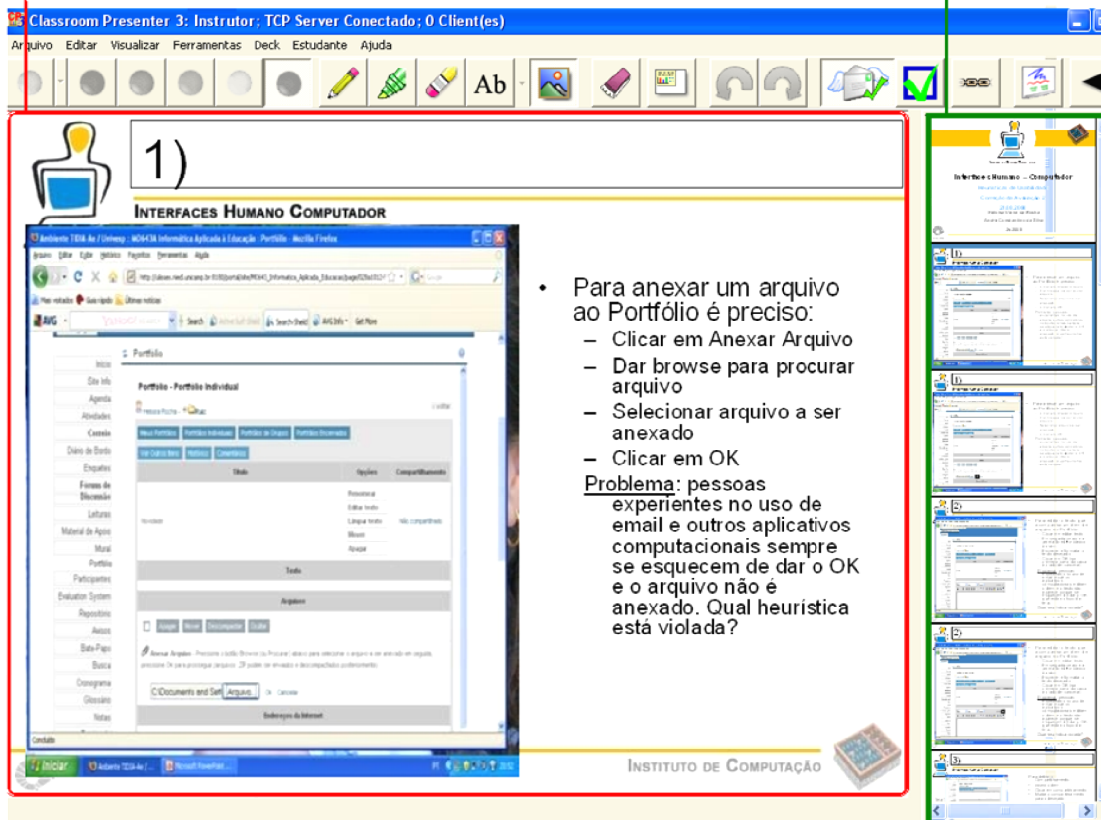


Figura 4.1. Interface do Presenter no modo de visualização do professor

Caso alunos façam submissões de anotações ao professor, elas serão recebidas e agrupadas em conjuntos próprios de slides (decks). A Figura 4.2 mostra um slide recebido pelo professor com anotações provenientes de um estudante, conforme indica o item 4.2a. Já no item 4.2b é mostrada a divisão de decks, onde o deck superior indica o deck da aula e o inferior o deck responsável por manter as submissões de todos os alunos.

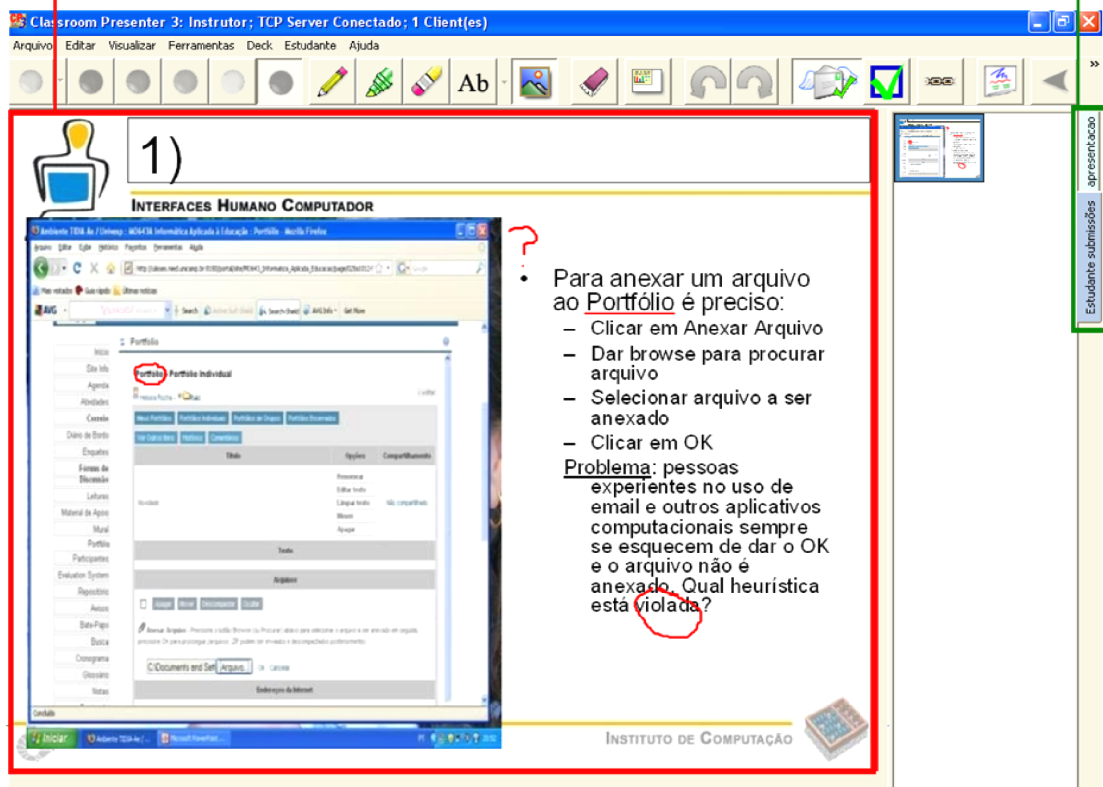


Figura 4.2. Submissão de um slide com anotações de um aluno

Importante ressaltar que todas as submissões realizadas por qualquer aluno, independentemente do slide, são agrupadas no deck de submissões dos estudantes. Caso um aluno envie (propositalmente ou não) mais de uma submissão (independentemente do slide associado), haverá duplicidade de autoria nos slides recebidos. Além disso, não é possível identificar quais alunos são os autores das submissões.

4.1.2) Modos de visualização

Para manter a mobilidade e aproveitar da melhor forma o *display* de visualização do Tablet PC, uma das decisões de design concebida pelos pesquisadores responsáveis pelo Presenter foi a separação por visões de acordo com o papel e necessidades que os usuários têm na utilização da interface da ferramenta [26;p24]. Assim, o professor em sua tela tem a opção de visualizar e navegar do modo como quiser pelos slides dos decks tanto de apresentação da aula quanto de submissão dos alunos. Isso é importante para que ele consiga ter um acompanhamento geral do

andamento das atividades. Já para os alunos esse recurso pode não ser muito interessante, já que eles poderiam se dispersar analisando previamente os slides subsequentes da aula. O professor pode então, eliminar essa funcionalidade para os alunos.

Outra visão criada, a de exibição pública, exibe em tela cheia o slide atual de aula selecionado pelo professor. Essa visão é importante pois exige o professor de ter que conectar o seu próprio Tablet PC a um projetor, o que comprometeria sua mobilidade com o equipamento.

Assim, o procedimento recomendado é que um outro computador (Tablet PC, notebook ou desktop) com um projetor acoplado seja conectado à aula pelo modo de exibição público do Presenter. Esse computador fará o papel exclusivo de projetar o slide da apresentação em tela cheia a todos os presentes.

A Figura 4.3 apresenta um diagrama com o funcionamento do Presenter:

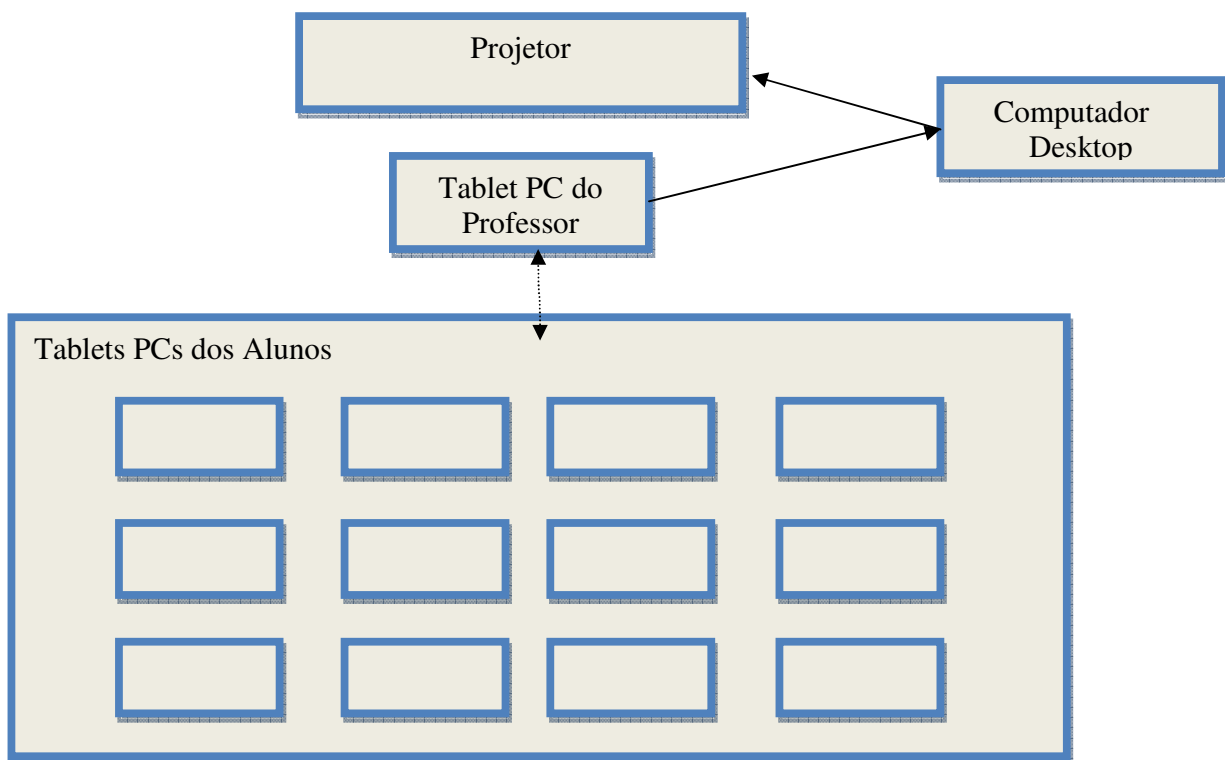


Figura 4.3. Diagrama do funcionamento do Presenter

Conforme visto nas seções 3.2.1.2 e 3.2.1.4, vários estudos foram feitos utilizando o Presenter em salas de aulas presenciais com o intuito de medir o impacto do uso da ferramenta no contexto educacional.

Segundo Anderson [1][41], o Presenter foi testado em classes com 7 a até 181 alunos (57 alunos em média por classe) tendo sido recebido entusiasticamente tanto por alunos quanto por professores. Estes últimos afirmaram que gostaram muito da ferramenta, já que com ela poderiam dar aulas mais estimulantes e interativas. Já os alunos afirmaram, de um modo geral, notar haver um aumento de atenção e entendimento nas aulas onde a ferramenta foi utilizada.

Em outra situação, o Presenter foi utilizado juntamente com Tablets PCs durante um semestre em uma turma de graduação da Unicamp, conforme descrito no Apêndice D. Neste estudo identificou-se que o Presenter possui vários problemas estruturais, não havendo aceitação universal perante alunos e professores. Os alunos se mostraram divididos quanto ao seu interesse por aulas em que o Tablet PC e o Presenter eram utilizados, sendo que a maioria deles afirmou não considerar ser mais fácil tirar dúvidas em sala de aula usando a ferramenta.

Outros experimentos realizados pela Universidade de Washington [25] testaram a possibilidade de uso do Presenter em salas de aula remotas, no caso, na Beihang University em Pequim, China. Para tanto, utilizou-se a metodologia TVI (*Tutored Video Tape Instruction*) [42], que consiste basicamente na transmissão e acompanhamento de uma aula previamente gravada em vídeo para os alunos. Neste modelo um facilitador (não necessariamente um professor) tem o papel de incentivador e mediar as discussões e debates envolvendo a aula transmitida.

Na experiência, aulas em que o Presenter foi utilizado foram previamente gravadas na Universidade de Washington utilizando-se o software Conference XP [43] que permite reprodução tanto do vídeo do professor quanto da apresentação da aula. Posteriormente essas aulas foram transmitidas para uma classe chinesa onde tanto o facilitador quanto alunos (em grupos de 3) possuíam Tablets PCs com a ferramenta Presenter instalada.

No experimento, o facilitador acompanhava o vídeo transmitido alterando sincronicamente os slides da sua apresentação no Presenter de acordo com as mudanças de slide na aula original.

Assim os alunos enviavam submissões ao facilitador e este, quando achava necessário, pausava o vídeo e interagía com os alunos da mesma forma que a classe original fizera durante a gravação da aula.

Segundo Anderson *et al.*[25], apesar das diferenças culturais os resultados do experimento foram bastante positivos, tendo os alunos considerado o uso do Presenter em conjunto com o modelo TVI bastante produtivos, principalmente no que diz respeito aos benefícios que o incremento na interação em sala de aula traz para o aprendizado.

4.1.3) Uso do Presenter em salas de aula no Ensino Fundamental

Apesar de ter sido desenvolvido originalmente para aplicação em classes de nível superior, o conceito de interação proposto pelo Presenter também pode ser aplicado para níveis primários e fundamentais de ensino.

Para tanto, vem sendo desenvolvida uma adaptação do Presenter para o sistema XO [44], permitindo que seja instalada a ferramenta nos computadores do projeto OLPC (*One Laptop per Child*) [45]. O objetivo, similarmente ao do Presenter original, é permitir que alunos e professores atuem colaborativamente em atividades em sala de aula através de seus notebooks XO.

Nesse sistema, os alunos também têm a oportunidade de acompanhar sincronicamente os slides da aula, realizar anotações e enviar submissões ao professor. Apesar do computador XO não utilizar caneta eletrônica, ele possui um *touchpad* grande o suficiente para permitir a interação dos usuários com o aplicativo sem a necessidade de uso do mouse ou caneta eletrônica.

4.2) Classroom Feedback System (CFS)

Com o intuito de possibilitar uma melhor interação de estudantes com o professor em classes relativamente grandes (50 ou mais estudantes) foi desenvolvido o Classroom Feedback System (CFS) [2] [26;p73-97] uma extensão do Presenter (ver seção 4.1) que permite aos estudantes informarem ao professor sua opinião sobre os slides apresentados. Ao contrário do Presenter, o

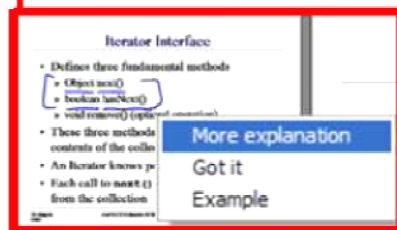
CFS não precisa necessariamente da utilização da caneta, podendo assim ser utilizado não apenas em Tablets PCs, mas também em notebooks tradicionais.

Seu funcionamento consiste em marcações feitas pelos alunos em determinadas partes dos slides informando sua opinião sobre determinados tópicos. As marcações não são livres, devendo ser escolhidas a partir de uma lista pré-definida de opções (e.g “More Explanation”, “Example” e “Got It”).

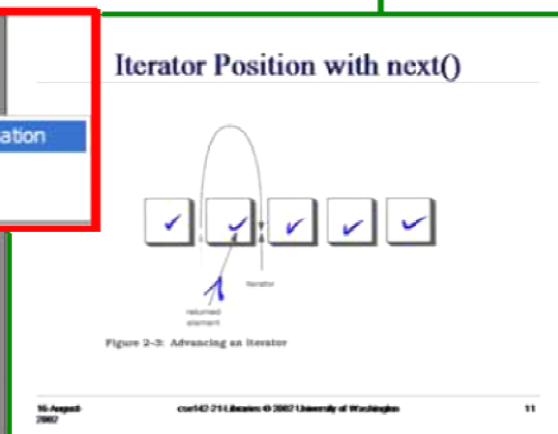
Por exemplo, suponha-se a situação em que o professor está explicando, através de um slide projetado para toda a classe, o funcionamento da interface “Iterator” de determinada linguagem orientada a objetos. Como nenhum aluno se manifestou publicamente apresentando alguma dúvida sobre este conteúdo, o professor segue para o slide subsequente de sua apresentação, conforme ilustra a seção 4.4b da Figura 4.4 [26; p82]. Nesse momento dois alunos identificam que estão com dúvidas em alguns itens do slide anteriormente apresentado. Assim, eles acessam esse slide e fazem uma marcação solicitando “More Explanation” dos itens que desejam (4.4a).

Posteriormente, o professor identifica que existem dois alunos com dúvidas no slide anterior ao que está sendo apresentado (4.4c). Assim, o professor retorna ao slide anterior (4.4d), onde é capaz de identificar os itens que geraram dúvidas, explicando-os novamente.

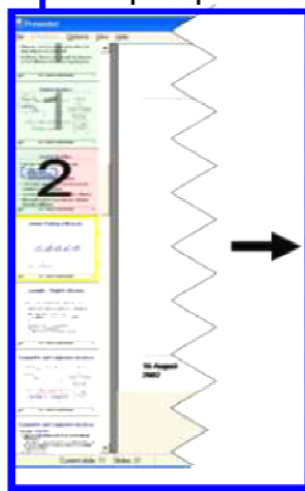
4.4a) Marcação do aluno no slide anterior da aula



4.4b) Slide atual da aula



4.4c) Visualização dos slides da aula pelo professor



4.4d) Slide com marcações dos alunos

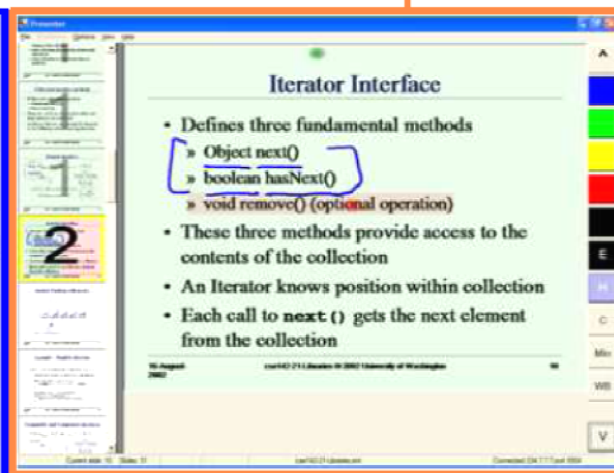


Figura 4.4. Exemplo de funcionamento do CFS [26; p82]¹⁰

¹⁰ Figura reproduzida com autorização do autor.

Segundo Wolfman [26; p75], é possível identificar uma série de fatores que inibem a interação de alunos em sala de aula. São eles:

- Atraso no retorno: ocorre quando o aluno não faz determinada pergunta pois o professor já mudou de slide ou de tópico e a pergunta fica sem contexto.
- Apreensão do estudante: medo do aluno se expor para a classe em voz alta, ou mesmo atrapalhar a aula do professor.
- Paradigma de um único falante: apenas o professor ou um aluno falam ao mesmo tempo. Por questões de tempo e logística, não é possível que todos os alunos de uma classe grande participem da aula.

A partir de experimentos realizados, Wolfman [26; p73] afirma que a presença de tecnologia em sala de aula, a partir do uso do CFS, representa uma alternativa para esses problemas de interação apresentados acima. Segundo ele, a questão dos slides submetidos serem anônimos auxilia na diminuição da apreensão dos estudantes, incrementando sua participação na aula.

Os estudos envolvendo o CFS [26;p74] confirmaram que os estudantes querem realizar participações em sala de aula, gostariam de fazê-las através de mediadores eletrônicos e que o professor pode responder efetivamente a essas participações, seja mudando o ritmo da aula ou explicando mais detalhadamente conceitos que ficaram confusos aos alunos.

Entretanto, sua pesquisa também revela que o fato de o professor não ser capaz de identificar de quais alunos provêm as participações pode representar um problema, já que o professor tem dificuldades em interpretar múltiplas submissões. Além disso, o anonimato dificulta a possibilidade e início de novas interações com os estudantes.

Outro problema levantado é a falta de organização das submissões, que pode levar o professor a se sentir confuso, dificultando a análise e retorno para os alunos. Segundo Wolfman, pesquisas

futuras na área envolvendo a agregação das submissões poderiam ser um meio válido para permitir aos professores lidar com o “paradigma de muitos falantes”.

4.3) Structured Interaction Presentation (SIP)

Uma outra extensão do Presenter (ver seção 4.1) é o Structured Interaction Presentation (SIP) [26; p98-182], desenvolvido com o intuito de promover exercícios interativos integrados dentro da apresentação da aula.

Seu foco está na possibilidade de criação de votações atreladas a slides, onde os alunos indicam, dentre as opções apresentadas, quais eles acreditam serem corretas. O sistema também pode consolidar as votações, criando gráficos indicativos do resultado de uma votação ou gráficos comparativos dos resultados de várias votações.

A Figura 4.5 [26; p118] mostra um exemplo de aplicação do SIP, onde o aluno recebe pelo Presenter um slide com as opções a serem votadas:

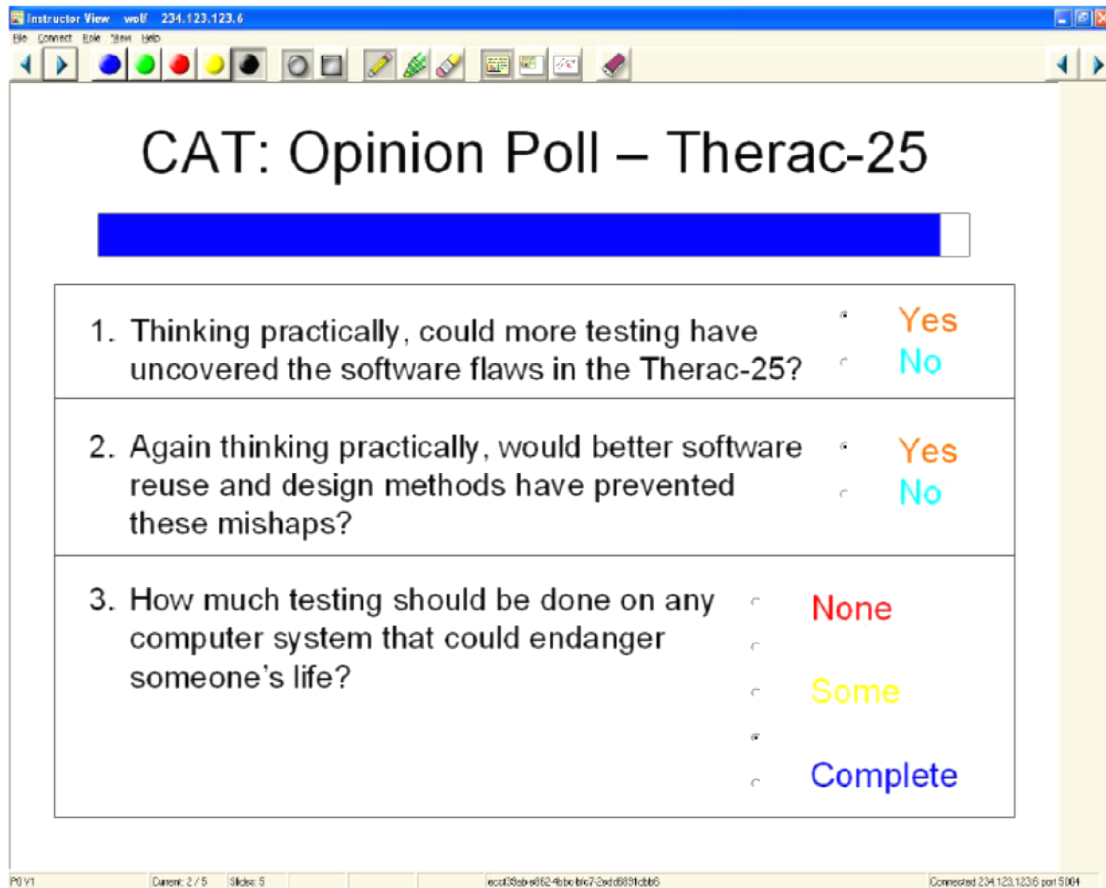


Figura 4.5. Exemplo de votação [26; p118]¹¹

Já a Figura 4.6 [26;p119] mostra a consolidação da votação, feita através da reunião dos votos de todos os alunos em relação às perguntas 1 e 2 da Figura 4.5:

¹¹ Figura reproduzida com autorização do autor.

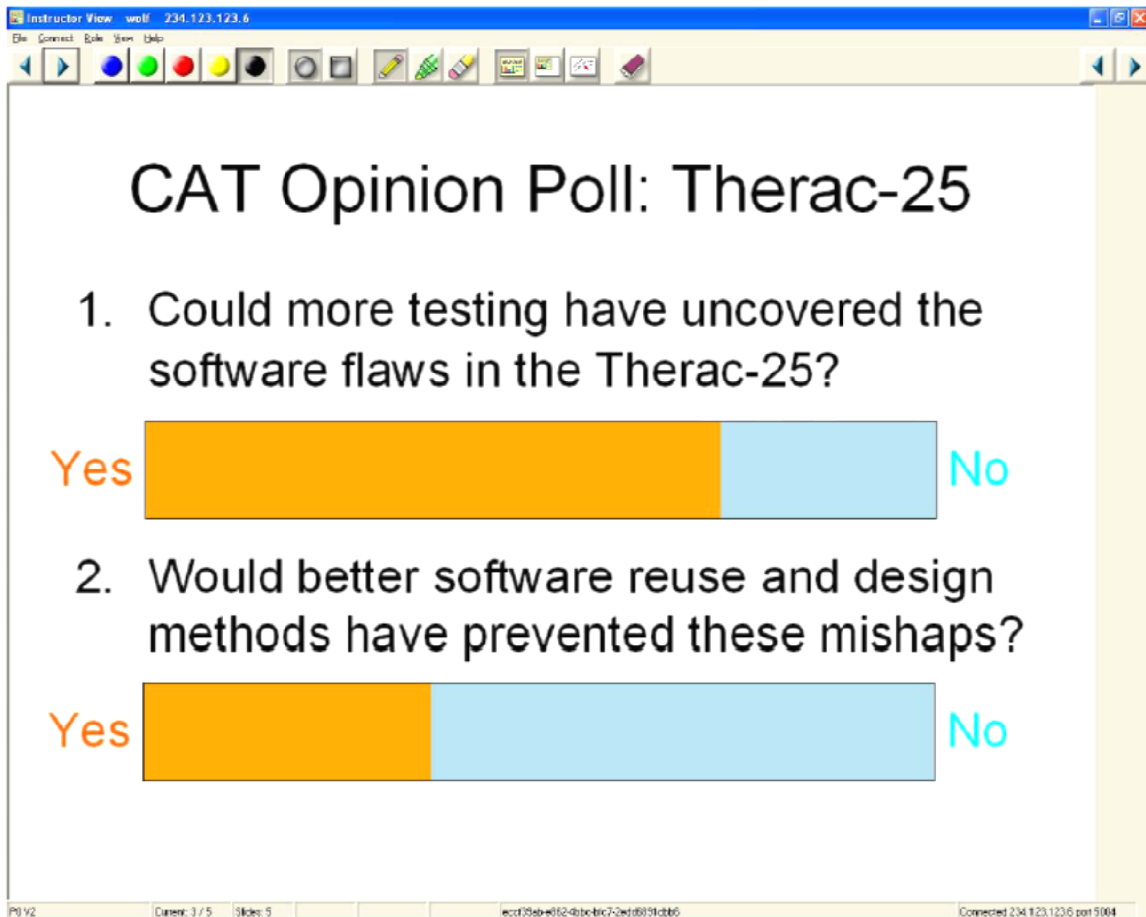


Figura 4.6. Exemplo de consolidação dos dados de uma votação [26;p119]¹²

O funcionamento do SIP se dá através da instalação de um *plugin* para o Power Point, por meio do qual o professor cria a votação e faz as configurações e ajustes necessários. A apresentação depois é convertida e apresentada utilizando-se uma adaptação da ferramenta Presenter (ver seção 4.1), onde os alunos recebem, respondem e submetem suas respostas ao professor.

A ferramenta ainda utiliza um servidor SQL para armazenamento e acesso às informações da votação, permitindo assim que tanto o professor quanto os alunos façam consultas futuras aos resultados obtidos.

Segundo Wolfman [26; p176], as experimentações efetuadas constataram que os alunos sentiram-se não apenas motivados mas também compelidos a participar. Quando era

¹² Figura reproduzida com autorização do autor.

especificado nos slides ser aquele um momento de realização de exercício, os alunos sentiam que sua participação na atividade era o único comportamento social aceitável. Além disso, grande parte dos alunos afirmou que a inclusão dos dados de sua votação no resultado final apresentado encorajou sua participação na atividade [26; p172].

Um dos problemas encontrados [26; p177] foi a questão da distração dos alunos, sendo que alguns deles citaram perder a atenção com outras aplicações nos Tablets PCs que não tinham correlação alguma com a aula. Outros se sentiram focados apenas na tela de seus Tablets PCs, não prestando a devida atenção ao professor, à projeção ou aos demais alunos. Outro problema identificado foi a existência de alguns exercícios muito simples e fáceis, representando um anticlímax na aula.

Segundo Wolfman [26; p180], de um modo geral os resultados foram positivos, já que se conseguiu através do SIP a criação de um ambiente de aprendizado bem sucedido.

4.4) Paper CP

PaperCP [46] é uma ferramenta baseada na interface de papel eletrônico Anoto [47], que permite a realização de anotações no papel através do uso de caneta eletrônica própria. Seu intuito é possibilitar a criação de um ambiente de aprendizado ativo (ver seção 2.3) em sala de aula, permitindo uma interação mais natural entre alunos e professor.

Para tanto, foi implementada usando a estrutura de rede e transmissão de slides do Presenter (ver seção 4.1), usando ao invés do Tablet PC o papel eletrônico com comunicação *bluetooth* como dispositivo de interação. Segundo Liao *et al.* [46], o PaperCP combina as vantagens dos artefatos físicos como o papel com a conveniência da comunicação eletrônica e da infra-estrutura de armazenamento de arquivos.

A Figura 4.7 [44; p2] ilustra o uso do papel e caneta eletrônicas no PaperCP em comparação com a interface original do Presenter no Tablet PC:

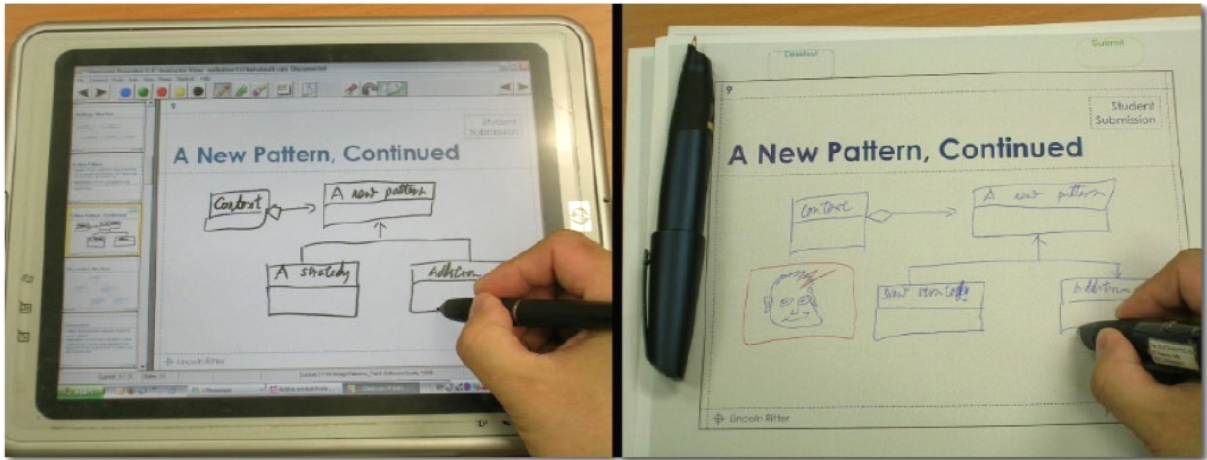


Figura 4.7. Uso do PaperCP em comparação com o uso do Presenter no Tablet PC [44; p2]¹³

No exemplo da Figura 4.7 o estudante faz marcações em um papel eletrônico (lado direito) previamente impresso com os slides da aula. Para diferenciar suas anotações pessoais daquelas que serão submetidas ao professor, é usada uma caneta eletrônica extra, com o intuito de selecionar e laçar, através de gestos, quais marcações serão submetidas. Similarmente ao Presenter usado nos Tablets PCs (lado esquerdo), as submissões apenas são enviadas ao professor quando o botão de submissão é pressionado.

Segundo Liao *et al.* [46], os seguintes princípios guiaram o desenvolvimento do Paper CP:

- Affordance do papel: permite superar as limitações da interface digital (uso do Tablet PC com a ferramenta Presenter).
- Comunicação eficiente: a interface do papel deve suportar submissões dos estudantes de forma eficiente, um aspecto importante para a comunicação do aprendizado ativo.
- Utilização Realística: a implementação da ferramenta deveria ser feita de forma que pudesse ser utilizada em salas de aula reais, permitindo observações realísticas de experiências dos usuários.

¹³ Figura reproduzida com autorização do autor.

De acordo com a análise dos experimentos realizados, Liao *et al.* afirmam que o *feedback* em tempo real é a chave para complexas interações utilizando o papel. Segundo Liao *et al.*, ainda existem muitos desafios a serem estudados envolvendo o design de interface em papel, como por exemplo o layout dos slides, o número de páginas impressas, o espaço para a escrita com a caneta eletrônica, o conteúdo dos slides e também o estilo das anotações dos estudantes.

Um dos principais problemas identificados é, segundo Liao *et al.*, a distração e o esforço gerados pela necessidade constante de “virada” das folhas eletrônicas. Como resultado, esses efeitos negativos anulam as vantagens de rápida navegação e manipulação do papel.

Outra constatação feita por Liao *et al.* é a de que raramente os estudantes utilizam o laço para selecionar anotações específicas para submissão, tanto na interface em papel quanto na interface do Tablet PC. Segundo Liao *et al.*, esse fenômeno pode ser atribuído ao fato de o design da apresentação dos slides prever slides específicos de submissão de atividades. Assim, como praticamente toda anotação nesses slides é resposta a alguma atividade proposta, poucos gestos de seleção de anotações são necessários para distinguir notas privadas das públicas dos alunos.

4.5) Ubiquitous Presenter

Ubiquitous Presenter (UP) [48] é uma ferramenta elaborada por pesquisadores da Universidade de São Diego (EUA) com o intuito de permitir a criação de um ambiente de aprendizado ativo (ver seção 2.3) sem a necessidade de presença física dos alunos em sala de aula e também sem a obrigatoriedade do uso de dispositivos baseados em caneta, como os Tablets PCs.

Para tanto foi desenvolvido como uma extensão da ferramenta Presenter (ver seção 4.1), em que os alunos fazem acesso à apresentação da aula através de um navegador comum de internet (Internet Explorer, Firefox, etc) sem a obrigatoriedade de instalação de nenhum aplicativo extra em seus computadores (que podem ser, ou não, Tablets PCs). Essa flexibilidade de acesso pela web faz com que não haja necessidade da presença física do aluno em sala de aula, possibilitando assim usos mais abrangentes para a ferramenta (e.g ensino a distância)

Da mesma forma que o Presenter, os alunos também têm a oportunidade de realizarem submissões de conteúdo, de dúvidas ou de atividades ao professor. Os alunos que utilizam Tablets PCs podem realizar submissões via tinta através de um *Java Applet* no slide principal de visualização, conforme ilustrado na Figura 4.8, parte 4.8b. Já os alunos sem dispositivos de caneta podem fazer suas submissões através de texto digitado via teclado.

As submissões enviadas pelos alunos são recebidas por um servidor, que depois as retransmite para o UP cliente no Tablet PC do professor. Os alunos têm a opção de escolher manterem-se sincronizados à aula, recebendo as anotações do professor em “tempo real” (descontando-se o atraso de carregamento das páginas nos navegadores) ou de navegarem livremente pelos slides da apresentação.

Existe ainda a possibilidade do professor manter a aula aberta online, permitindo aos alunos acessarem os slides mesmo após o término da apresentação. Segundo Wikerson *et al.* [48], como a escrita das tintas pelo professor é guardada em ordem cronológica, é possível aos alunos rever a aula, visualizando anotações, exemplos ou correções conforme elas foram apresentadas durante a apresentação original.

A Figura 4.8 mostra um exemplo de uma aula acessada via navegador web:

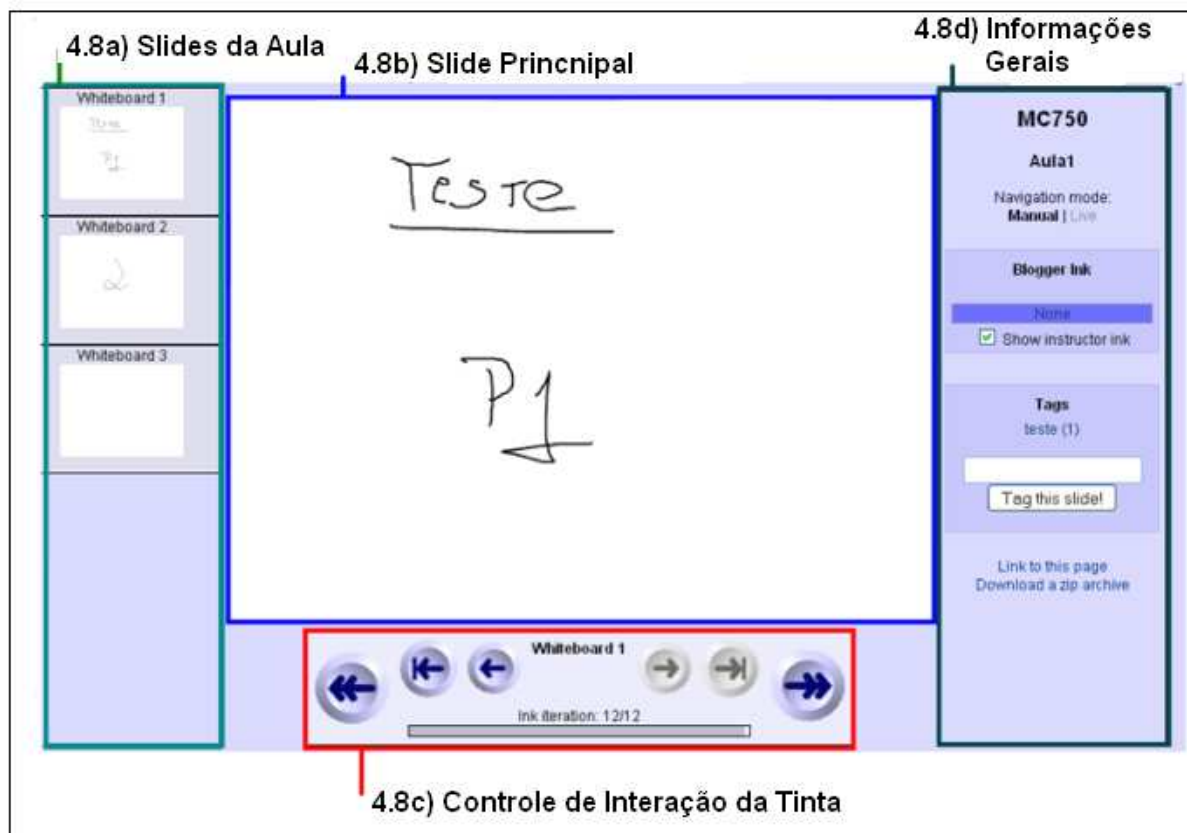


Figura 4.8. Interface da ferramenta Ubiquitous Presenter, acessada via navegador web

Similarmente ao Presenter, o deck com os slides da aula é visualizado pelo aluno conforme consta na Figura 4.8, parte 4.8a. O item 4.8b mostra a visualização do slide atualmente selecionado, enquanto que no item 4.8c o aluno tem a opção de visualizar cronologicamente a tinta conforme ela foi sendo escrita no slide. Finalmente, na seção 4.8d tem-se as informações e configurações gerais da apresentação, como a informação se a aula acessada é “ao vivo” ou previamente armazenada e também quais *tags* o usuário adicionou ao slide.

Conforme explica Wikerson *et al.* [48], instalar o Presenter em cada dispositivo, estabelecer uma conexão de rede, distribuir os Tablets PCs para os estudantes e depois os recolher após a aula é algo muito custoso e trabalhoso. Assim, o UP tem como objetivo aumentar a acessibilidade do Presenter, bem como preservar suas características tradicionais como as submissões dos alunos, aproveitando as vantagens de disponibilidade e confiabilidade da internet para transmissão da apresentação.

4.6) Remarkable Texts

A ferramenta Remarkable Texts (RT) [49] foi desenvolvida para uso em dispositivos com caneta eletrônica, principalmente os Tablets PCs. Seu objetivo é mais abrangente do que ferramentas semelhantes, como o Microsoft OneNote [32] e o Microsoft Windows Journal [50], pois além de permitir a realização de anotações e marcações tradicionais também permite vários tipos de filtros para selecionar marcações, associação de *metadados* e *tags*, colaboração síncrona ou assíncrona com outras pessoas e também integração direta com o navegador web [49].

A Figura 4.9 mostra um exemplo da interface do RT:

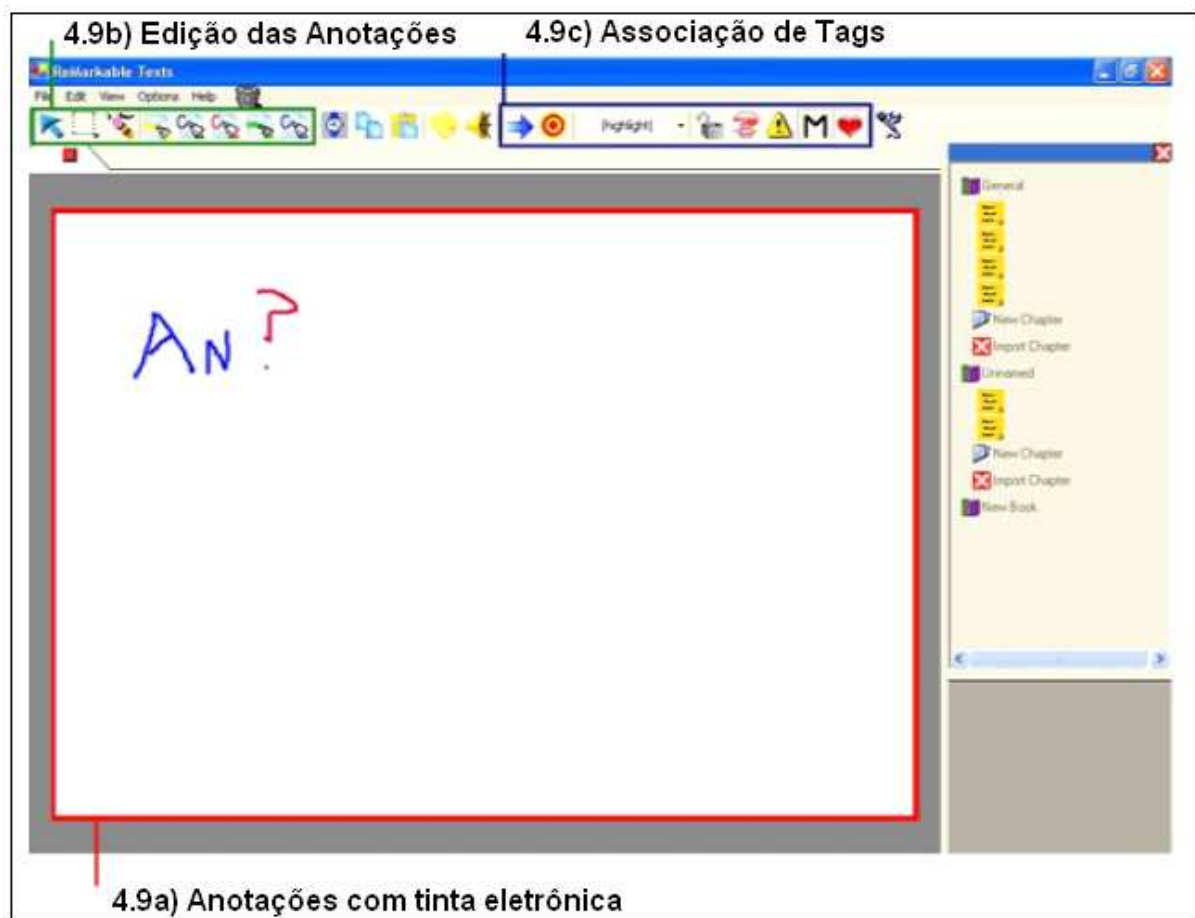


Figura 4.9. Exemplo de interface do Remarkable Texts

O item 4.9a mostra a área disponível para anotações. Já o item 4.9b mostra os ícones para manipulação da tinta (seleção, laço, borracha e cores, respectivamente). Por fim o item 4.9c mostra as opções de ícones para adição de *metadados* e *tags* às marcações.

A Figura 4.10 mostra a tela de filtro de marcações:

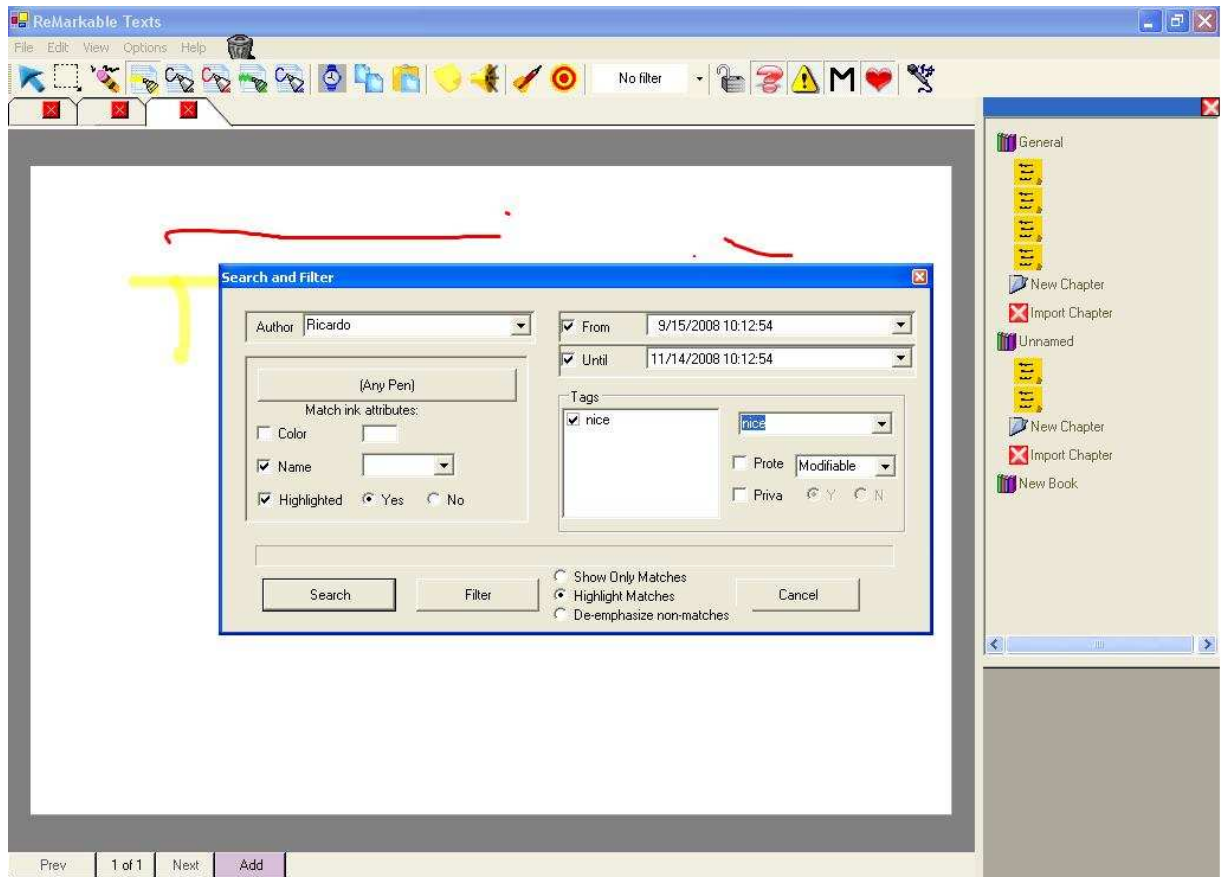


Figura 4.10. Exemplo de filtro e busca de marcações

Pela Figura 4.10 é possível identificar as possibilidades de filtro na busca de marcações feitas com tinta eletrônica. As marcações podem ser filtradas por autor, cor, nome, data ou *tags* associadas a ela, sendo que o resultado da busca é aberto em abas específicas da aplicação.

Caso mais de um usuário esteja editando um mesmo documento, é permitido a cada usuário determinar o controle de acesso de suas anotações, permitindo ou liberando que outras pessoas

alterem seu trabalho. Nesta circunstância os usuários conectados também podem se comunicar por áudio e analisar cronologicamente as modificações no documento através da visualização de uma linha temporal do histórico de modificações.

4.7) DyKnow Monitor

Um dos principais problemas que podem ser gerados pela inserção de tecnologia em sala de aula é a distração, dispersão e falta de atenção dos alunos [38]. Para minimizar essas dificuldades foi desenvolvida a ferramenta DyKnow Monitor [51], um software proprietário (licenças custam até \$36.00) que permite ao professor acompanhar e controlar diretamente quais atividades e softwares os alunos estão utilizando em sua aula, minimizando assim as distrações e perdas de foco que a tecnologia pode causar.

Segundo Hembrooke e Gray [52], o uso de dispositivos móveis com acesso a redes sem fio pode incrementar em muito a distração dos alunos. Isso pode ser explicado em parte ao fato do ser humano ter uma capacidade limitada de exercer corretamente muitas tarefas ao mesmo tempo [53][54][55]. Dessa forma, a ferramenta DyKnow permite que o professor exerça um controle direto e irrestrito sobre os softwares executados e atividades realizadas pelos alunos em seus notebooks ou Tablets PCs, obrigando-os a manterem o foco apenas na tarefa programada pelo professor para aquele momento da aula.

As principais funcionalidades do DyKnow Monitor são [38]:

- Limitação das aplicações que os estudantes podem acessar: o professor libera o acesso apenas aos aplicativos que serão utilizados naquele momento da aula (e.g editor de textos, planilha de cálculos, slides de apresentação etc.).
- Possibilidade de envio de mensagens do professor aos alunos: o professor tem a oportunidade de enviar mensagens de texto aos alunos, informando algo relativo à aula (e.g “Tempo Acabou”, “Atenção, por favor” etc.). Para que o aluno veja a mensagem ela é exibida em tela cheia em seu computador.

- Capacidade de bloqueio do computador do aluno: Caso considere apropriado o professor pode bloquear remotamente o teclado e mouse do computador do aluno, evitando assim que ele exerça interações não desejadas.

Além de sua utilização para minimizar a distração dos alunos, o DyKnow Monitor pode ser empregado para rastrear e gravar as atividades e o progresso dos alunos durante as aulas ou mesmo durante um curso inteiro. Isso é possível pois o professor tem acesso à miniaturas das telas dos estudantes, podendo maximizá-las e gravá-las para posterior consulta a qualquer momento [38].

Desta forma, o DyKnow Monitor busca auxiliar os estudantes a manterem seu foco nas atividades da aula, minimizando as distrações causadas pelo uso da tecnologia, além de permitir aos professores analisar e registrar o desempenho dos alunos no ambiente escolar [38]. Seu uso pode ser feito em conjunto com outras ferramentas interativas, como o DyKnow Vision, descrito na seção 4.8 a seguir.

4.8) DyKnow Vision

A ferramenta DyKnow Vision [56], um software proprietário (licenças custam até \$84,00), foi desenvolvida com o intuito de promover o aprendizado ativo (ver seção 2.3) , encorajando o aumento da participação dos alunos em sala de aula. O objetivo é alterar o modelo de aula tradicional, em que o professor fala para estudantes passivos, por um modelo em que haja participação ativa dos estudantes no aprendizado [15].

Desta forma o DyKnow Vision prevê a construção de um ambiente de aprendizado ativo através do uso de tecnologia, onde tanto o professor quanto os alunos fazem uso de equipamentos equipados com a caneta eletrônica, como os Tablets PCs. O objetivo, independentemente do dispositivo utilizado, é possibilitar que alunos e professor compartilhem material e informação durante a aula[15].

De modo semelhante ao da ferramenta Presenter (ver seção 4.1) o DyKnow permite que os slides da apresentação do professor sejam compartilhados de forma síncrona com os alunos. Além disso, o professor não fica restrito apenas ao uso de apresentações em Power Point, podendo fazer uso de outros materiais (e.g gráficos, conteúdo web etc.) [15].

Os alunos podem realizar anotações nos slides e, caso queiram ou sejam solicitados, enviam anonimamente submissões dessas anotações ao professor. O professor recebe essas submissões e pode comentá-las e reenviá-las aos alunos emissores ou, se preferir, escolher alguma e mostrá-la para todos os alunos da classe através do projetor.

O professor também pode propor atividades como votações rápidas, em que os alunos respondem a questões de múltipla escolha sobre determinado tema. O professor recebe as respostas anônimas dos alunos e pode, se quiser, consolidá-las através de gráficos (torta ou barras) gerando uma oportunidade de discussão dos resultados com a classe [15]. Como a votação é anônima e individual, os alunos não se sentem constrangidos em participar, nem propensos a copiar respostas dos colegas (como pode ocorrer em votações tradicionais onde os alunos levantam as mãos para responder) [57].

A ferramenta ainda permite que os estudantes façam atividades em grupo, nas quais a mesma tela de atividade é visualizada por cada estudante ao mesmo tempo, podendo assim ser compartilhada para edição. Após o término do exercício os alunos têm a opção de compartilhar o resultado com a classe, o que representa um impacto positivo no ambiente de ensino [35].

Adicionalmente, os alunos têm a opção de desenhar diagramas ou copiar e colar gráficos ou imagens de outras aplicações para complementar suas atividades [15]. Além disso, existe ainda a possibilidade de o professor permitir que um ou mais alunos tenham o controle da aula, ou seja, assumam momentaneamente o papel de professor, tendo suas anotações e atividades compartilhadas com todos os alunos [15].

Ao final da aula os alunos podem salvar todo o material visto em cadernos de notas que ficam disponíveis para acesso em qualquer computador com acesso à internet. As anotações (tanto do professor quanto dos alunos) são salvas de modo a possibilitar que sejam revistas tinta a tinta, de

forma cronológica exatamente da maneira como foram escritas durante a aula, similarmente ao que ocorre com o Ubiquous Presenter, descrito na seção 4.5 desta dissertação. Deste modo é possível guardar não apenas o conteúdo das anotações, mas também seu processo de evolução e desenvolvimento [15].

Avaliações indicam que os alunos, de um modo geral, acham positivo ter a oportunidade de ver o trabalho de colegas, bem como acreditam que há um aumento no entendimento da aula (tanto presencialmente quanto em revisões posteriores) através do uso do DyKnow [15]. Os alunos também consideram ser a ferramenta um fator de melhora no aproveitamento do tempo de aula, sendo que praticamente a totalidade dos alunos afirma que o uso da ferramenta representa um impacto positivo no conhecimento aprendido [57].

Já para os professores a principal contribuição apontada é a possibilidade apresentada pela tecnologia na mudança de pedagogia e estilo de ensino empregado [15]. Os professores também afirmam ser importante o recebimento transparente das atividades, sem necessidade de interrupção dos demais alunos. Também consideram importante a opção de rever a aula com a exibição cronológica da escrita das tintas, bem como a possibilidade de uso da votação para medir o grau de entendimento dos alunos e também a possibilidade de inserção de material novo durante a aula caso achem necessário [57].

4.9) Considerações

Neste capítulo foi apresentada uma série de trabalhos e ferramentas que podem ser utilizados para permitir a implantação de um ambiente de aprendizado ativo em sala de aula.

Estes trabalhos podem ser classificados de acordo com uma série de características, conforme a Tabela 4.1:

Os itens foram preenchidos de forma a representar o objetivo recomendado de uso das ferramentas. Por exemplo, o Presenter não necessariamente necessita de um Tablet PC para funcionar, entretanto, sua proposta original perde o sentido caso esse dispositivo não seja empregado.

As características utilizadas para classificação foram:

- Dispositivo: Indica para qual tipo de dispositivo a ferramenta foi desenvolvida.
- Usado no contexto de apresentação de slides: Indica se o objetivo da ferramenta é permitir que o professor transmita sincronicamente slides de sua apresentação para os alunos, que poderiam acompanhar a aula através dos seus dispositivos.
- Transmissão de áudio ou vídeo: Indica se o áudio ou vídeo da aula são transmitidos pela ferramenta
- Tipo de submissão de dados: Indica se é possível e qual o tipo de submissão de dados que os usuários da ferramenta (os alunos, no caso do contexto de uso educacional) têm a opção de fazer.
- Consolidação de submissões: Indica se uma vez recebidas pelo professor, as informações submetidas pelos alunos são de alguma forma organizadas, filtradas ou consolidadas de forma a facilitar sua visualização pelo professor ou mesmo pelos alunos.
- Licença de uso:
 - Código aberto: Código disponível para edição e distribuição.
 - Ferramenta não disponível: Ferramenta foi criada apenas como projeto de pesquisa no meio acadêmico, não existindo nenhuma versão, com código aberto ou não, disponível para uso.

- Ferramenta proprietária: Ferramenta pertence a uma empresa que explora comercialmente sua distribuição.

Analisando-se a Tabela 4.1 é possível identificar que a maior parte das ferramentas disponíveis não possui um mecanismo de consolidação de informações. As funcionalidades disponíveis são voltadas apenas para a exibição de gráficos com o resultado das votações, como ocorre com o DyKnow Vision e o SIP, ou para a exibição de solicitações ou pedidos dos alunos, como ocorre com o CFS. Entretanto, em nenhuma ferramenta existe a opção de organização, comparação e visualização por critérios das submissões referentes às tarefas submetidas pelos alunos.

Outro aspecto interessante a ser considerado nas ferramentas estudadas é a questão da identificação dos alunos. A única ferramenta que permite e incentiva a identificação é o DyKnow (recomenda-se o uso conjunto do DyKnow Vision com o DyKnow Monitor). Entretanto, mesmo nesse caso é exibido ao professor apenas o nome do aluno, não sendo possível identificar demais informações, como por exemplo sua localização em sala de aula.

Essa deficiência das ferramentas atualmente disponíveis é um aspecto importante e foi considerada no desenvolvimento da proposta da ferramenta colaborativa descrita no próximo capítulo.

Capítulo 5

A Proposta

De acordo com o que foi visto no Capítulo 2, iniciativas que visam aumentar a interação entre alunos e entre alunos e professor durante a aula podem ser benéficas para o ensino, como por exemplo ocorre com o aprendizado ativo (ver seção 2.3).

No Capítulo 3 foi visto que tecnologia exerce uma grande influência como facilitadora para a aplicação dessas metodologias, tendo os dispositivos móveis baseados em caneta eletrônica um papel de destaque nesse contexto.

Entretanto, possibilitar que os alunos utilizem estes dispositivos não é garantia direta de aumento de qualidade de ensino. Como exemplo já citado, segundo pesquisa estatística da Unicamp [37] o uso de computadores em casa por alunos do ensino fundamental e médio pode até mesmo comprometer o desempenho escolar dos estudantes. Já em sala de aula, pesquisas [38] apontam a possibilidade de distração e perda de foco.

Um dos testes de aplicação de Tablets PCs no ensino superior (ver Apêndice D) realizado no Instituto de Computação da Unicamp revelou, entre outras coisas, que há uma carência de ferramentas computacionais que forneçam os recursos e características necessários para a criação e viabilização de um ambiente de aprendizado ativo. No Capítulo 4 foram apresentadas ferramentas criadas para este fim, mas que de um modo geral possuem deficiências em pontos críticos, como a falta de organização das contribuições e material dos alunos e a não identificação dos estudantes, pontos críticos que dificultam a análise das submissões e por consequência o retorno que o professor dá aos alunos.

Considerando essas deficiências, foram delineados os objetivos dessa proposta, conforme apresentado a seguir:

5.1) Objetivos da Proposta

O objetivo da proposta era o design de uma ferramenta interativa que permitisse a construção de um ambiente com características associadas ao aprendizado ativo (ver seção 2.3.2), como aumento do interesse e participação dos alunos, integração do material dos alunos em sala de aula e a possibilidade de o professor ter acesso em tempo real ao entendimento dos alunos e da classe, sendo apto desta forma a dar o retorno adequado aos estudantes.

Com o intuito de alcançar esses objetivos, baseando-se também na experiência de uso dos Tablets PCs descrita no Apêndice D, definiu-se que a ferramenta deveria possuir as seguintes funcionalidades:

- Identificação e localização dos alunos: O professor deve ser capaz de identificar quem são os alunos autores das submissões de material. Desta forma, o professor pode dar um retorno adequado aos alunos que participaram das atividades.
- Agrupamento, consolidação e exibição das submissões dos alunos: Professor deve ter a oportunidade de agrupar slides de exercício submetidos pelos alunos, identificando assim semelhanças e diferenças tanto entre eles quanto em relação a um possível gabarito pré-estabelecido. O professor deve também ter a opção de, caso queira, exibir essa consolidação aos alunos, permitindo que eles identifiquem onde sua contribuição se encaixa em relação aos demais alunos.

Entretanto, principalmente em relação ao agrupamento das submissões, concluiu-se que a proposta inicial era muito abrangente, sendo necessária uma maior especificação sobre o contexto de aula na qual a ferramenta seria empregada. Deste modo, focou-se a proposta em atividades de avaliações heurísticas (ver Apêndice B1), nas quais os alunos deveriam identificar, em interfaces de usuários em softwares, quais elementos visuais estariam em desacordo com as heurísticas de avaliação.

Assim, o objetivo da ferramenta é permitir a inserção do material dos alunos na aula, seu tratamento, identificação e exibição. Isso permitiria que o professor conseguisse identificar qual

o desempenho da classe em uma atividade, dando retorno específico aos alunos autores das submissões. Os alunos também poderiam ser capazes de identificar de qual forma suas atividades se relacionam com a dos colegas, incentivando uma maior interação e participação em sala de aula.

5.2) A escolha do Presenter como plataforma para o desenvolvimento

Considerando-se a deficiência dos softwares educacionais existentes para a implantação de um ambiente de aprendizado ativo, conforme descrito na seção 5.1 elaborou-se a proposta de desenvolvimento de uma ferramenta educacional colaborativa, baseada em caneta eletrônica, que possuísse essas características.

Inicialmente partiu-se da idéia de elaboração e design de uma ferramenta inteiramente nova, construindo-se dessa forma todas as camadas do software, desde os protocolos de rede, comunicação, compartilhamento, exibição e transferência de slides até os algoritmos de comparação e consolidação das submissões dos alunos. Esse modelo seria vantajoso pois permitiria uma grande liberdade e flexibilidade na construção de soluções e interfaces de usuário.

Entretanto, após uma análise inicial essa idéia mostrou-se inviável, já que a construção das camadas primárias de rede, transmissão e compartilhamento de slides não é trivial, demandando um tempo de desenvolvimento superior ao disponível para a implementação.

Desta forma optou-se pela proposta de aproveitamento de camadas de rede e transmissão de ferramentas correlacionadas, com código aberto, para a elaboração do protótipo da ferramenta. Conforme descrito no Capítulo 4, foram analisadas e estudadas várias ferramentas que possuíam as características desejadas (distribuição de slides do professor e capacidade de submissão de slides pelos alunos), mas a única ferramenta disponível com código aberto e com as características desejadas foi o Presenter (ver seção 4.1).

Basicamente o Presenter permite que os alunos visualizem em seus Tablets PCs o conteúdo do slide atual da apresentação da aula (inclusive as anotações do professor), façam suas próprias

anotações e as enviem ao professor. Ao receber essas anotações o professor pode visualizá-las e exibi-las aos alunos, caso ache necessário.

Por possuir código fonte aberto, o Presenter pode ser utilizado com sucesso como base para o desenvolvimento de estudos acadêmicos sobre ferramentas educacionais e colaborativas, como por exemplo ocorre com o “CFS - Classroom Feedback System” (ver seção 4.2) e o “SIP – System Interaction Presentation” (ver seção 4.3), ambos construídos como extensões do Presenter.

Entretanto, os contras da adoção da estrutura do Presenter no desenvolvimento do protótipo são alguns problemas estruturais já conhecidos, como instabilidade e quedas na conexão de rede, não transmissão de slides e problemas de conexão dos alunos com o professor. Esses problemas, também identificados pela equipe de desenvolvimento do Presenter, levaram à elaboração de uma nova versão da ferramenta, a 3.0, onde toda a camada de rede foi reconstruída utilizando-se o protocolo TCP, que garante confiabilidade na entrega dos pacotes.

Deste modo, apesar das deficiências e riscos potenciais, optou-se em usar o Presenter como suporte para o desenvolvimento do protótipo da ferramenta, conforme descrito no próximo capítulo.

Capítulo 6

Desenvolvimento do Protótipo

6.1) Introdução

O desenvolvimento do protótipo teve como fundamento inicial um estudo realizado com uma turma de “Projeto e Construção de Interface de Usuários” do curso de Ciência da Computação da Unicamp, na qual foram utilizados Tablets PCs e também ferramentas relacionadas à construção de aulas interativas, como é o caso do Presenter. Neste estudo, descrito no Apêndice D, observou-se os requisitos, necessidades e características desejáveis para ferramentas colaborativas em sala de aula.

Para a construção do protótipo foram utilizadas técnicas de desenvolvimento de software como a identificação de requisitos, a elaboração de cenários de uso e o modelo de prototipagem rápida, onde versões iniciais do protótipo foram apresentadas aos usuários. Isso foi importante pois permitiu a rápida identificação de problemas de usabilidade, a validação dos elementos de interação apresentados e também a incorporação de novas funcionalidades de acordo com as necessidades dos usuários.

Outro aspecto constantemente analisado durante o desenvolvimento do protótipo foi a sua adequação aos princípios e heurísticas de usabilidade aceitos como padrão dentro da literatura de IHC (Interação Homem-Computador). As decisões de design da interface de usuário seguiram os princípios de usabilidade propostos por Nielsen [58], Norman [59][59] e Preece [60] (ver Apêndice B).

Nielsen [58] é responsável pela elaboração de uma série de diretivas de usabilidade aplicadas à avaliação de interfaces de usuário, denominada Avaliação Heurística. Esse método pode ser utilizado tanto para avaliar interfaces já prontas como também para servir de referência ao design de novas interfaces.

Norman [59], por sua vez, propõe princípios de design para serem utilizados na elaboração de interfaces de forma a tornar a interação entre os usuários e ferramenta algo natural. Os princípios propostos são: Affordances, Consistência, Feedback, Mapeamento, Modelo Conceitual, Visibilidade e Restrições.

Por fim Preece [60] apresenta uma série de características importantes a sistemas interativos de forma a possibilitar que estes apresentem uma usabilidade adequada aos usuários. As principais características são eficácia, eficiência, segurança, utilidade, facilidade de aprender e relembrar como se usa o sistema.

6.2) Cenários de Uso

Os cenários são peças importantes no ciclo de vida dos sistemas [61], já que com eles é possível descrever em um bom grau de detalhes uma seqüência hipotética de eventos. Através de cenários é possível levantar-se informação de *background* sobre os atores e o meio em que se encontram, os objetivos e metas dos atores e também a seqüência de eventos que leva a alcançá-las.

Após o acompanhamento do uso dos Tablets PCs, conforme descrito no Apêndice D, foi realizado o levantamento dos requisitos, desafios e necessidades dos usuários que utilizariam a ferramenta no ensino superior. Para tanto, foi levantado um cenário global para o uso da ferramenta colaborativa, descrevendo quais ações principais deveriam ser executadas pelo professor e alunos neste ambiente.

Nos cenários aqui descritos procurou-se elaborar um planejamento [61] descrevendo a utilização e interação dos usuários com o sistema, auxiliando assim no desenvolvimento de uma ferramenta com um grau maior de usabilidade. Seguiu-se a diretriz [62] de realizar descrições narrativas, ricas em detalhes contextuais que não contenham, entretanto, detalhes de interface nem referências à tecnologia a ser usada na implementação.

6.2.1) Cenário Geral

Inicialmente, o professor durante o planejamento de sua aula deseja incluir um exercício a ser realizado pelos alunos utilizando a ferramenta colaborativa. Interagindo com o sistema, o professor descreve o enunciado do exercício, a imagem a ser analisada e, quando houver, as marcações que indicam o gabarito.

Após esse processo, no momento propício de sua aula o professor envia o exercício aos estudantes. Os alunos analisam o exercício (composto de enunciado e imagem) e o resolvem, atrelando a determinadas áreas da figura marcações de tinta que acreditam serem corretas de acordo com o solicitado pelo enunciado.

Após isso, cada aluno submete sua resposta do exercício ao professor. O professor terá a opção de visualizar as respostas dos alunos, que estarão agrupadas de acordo com suas características, similaridades e corretude, facilitando assim a compreensão, correção e transmissão do desempenho da atividade aos estudantes. O agrupamento pode ser feito, por exemplo: (a) por meio de um diagrama com o Mapa da Classe (onde o professor consegue identificar prontamente de quais alunos partiram as respostas); (b) junção de respostas similares; (c) ou até pela disposição das mesmas em uma Espiral de imagens [63][64], onde seriam ordenadas e dispostas na figura de acordo com sua proximidade com o gabarito. No caso de não haver gabarito, as respostas seriam agrupadas de acordo com suas características e semelhanças, cabendo ao professor classificá-las de acordo com a solução esperada para a atividade.

Independentemente da forma de consolidação das respostas seria interessante que esse processo fosse rápido e simples, possibilitando ao professor identificar prontamente se o desempenho dos alunos foi próximo ao esperado e quais os principais problemas e dificuldades encontrados, permitindo um rápido feedback aos alunos em relação ao seu desempenho na atividade.

Ao término da aula tanto o professor quanto os alunos poderiam acionar a opção de salvar o conteúdo da apresentação. O sistema será responsável em armazenar o conteúdo da aula e disponibilizá-lo aos alunos fora do ambiente acadêmico.

6.2.2) Cenários Complementares

Cenários complementares ao inicial podem englobar características e opções extras que aumentem as possibilidades de interação aluno-professor bem como a usabilidade do sistema. Permitiria, por exemplo, que no momento da elaboração do gabarito o professor pudesse associar *tags* às áreas selecionadas das figuras. Essas opções poderiam ser cores, símbolos, sinais ou até mesmo caracteres ou palavras. Os alunos poderiam selecionar então, dentre as opções disponíveis, a que mais se adequaria ao pedaço da imagem selecionado.

Esse mecanismo serviria para incrementar as possibilidades de consolidação das respostas dos estudantes. Por exemplo, em uma aula de IHC o professor poderia propor a atividade de Avaliação Heurística [58] de uma interface. Nesta atividade, não bastaria ao aluno apenas identificar e marcar na figura do exercício quais as áreas onde há problemas de usabilidade, sendo necessário também associar, para cada marcação, qual heurística supostamente foi violada.

Outra possibilidade seria o professor ser capaz de, no momento da aula, adicionar exercícios extras à apresentação, não sendo necessária assim a elaboração prévia das atividades. Uma possibilidade para este uso seria o professor utilizar a resposta submetida de um aluno como proposta de exercício (os alunos poderiam, por exemplo, tentar corrigir o que estaria errado na resposta original ou propor novas soluções).

Além disso, no momento do envio do exercício, o professor poderia ter a opção de selecionar determinados alunos (ou grupos de alunos) para resolução da atividade. Isso permitiria o desenvolvimento de atividades mais complexas e elaboradas (por exemplo, um grupo corrigir a resposta de um outro grupo), bem como a análise em separado de estudantes com condições e níveis distintos.

6.3) Descrição do Protótipo

A partir do cenário elaborado (conforme descrito na seção 6.2), o protótipo foi sendo construído respeitando-se as diretrizes de usabilidade propostas por Nielsen [58], Norman [59] e Preece [60], e também as limitações técnicas do Presenter, usado como base para o desenvolvimento do

protótipo. Procurou-se também respeitar a heurística de consistência e padrões [58] associada aos elementos de interface de usuário já existentes, evitando assim conflitos que seriam prejudiciais na usabilidade do protótipo.

A implementação foi feita utilizando-se a linguagem orientada a objetos .NET(C#), através do uso do ambiente do Visual Studio 2005, da Microsoft. No Apêndice A são descritos os elementos técnicos dessa implementação, como o Diagrama de Casos de Uso (A1) e o Diagrama de Classes (A2).

De um modo geral, os alunos devem se identificar com o nome e localização na tela inicial de acesso do protótipo. Após isso, acompanham a aula de maneira similar ao que ocorre com o Presenter (ver seção 4.1), onde visualizam em seus Tablets PCs os slides da aula. No momento oportuno os alunos recebem um slide com a descrição de uma tarefa, resolvem-na e submetem sua resolução ao professor.

Após isso o professor tem a opção de organizar os slides recebidos de três formas: pelo Mapa da Classe, onde é capaz de visualizar e identificar o nome e localização dos autores das submissões; pelo modo Grupos, onde é possível identificar os agrupamentos de respostas similares; e pelo modo Espiral, onde é possível comparar as submissões dos alunos com um gabarito pré-definido.

No caso do modo de visualização Espiral, os slides são dispostos em uma espiral de forma diretamente proporcional à sua similaridade com o gabarito definido pelo professor, i.e, os slides mais semelhantes ao gabarito são dispostos no centro da espiral, enquanto os menos similares na extremidade.

Os principais módulos do protótipo, bem como as etapas do seu desenvolvimento, são descritos em detalhe nas seções seguintes.

6.3.1) Identificação dos Alunos

Para que seja possível a identificação, tanto pelos alunos como pelo professor, de quem são os autores dos slides de submissões, é necessário que cada um dos alunos informe na tela inicial do

protótipo qual o seu nome e qual a sua localização em sala de aula. A Figura 6.1 ilustra essa situação:

6.1a) Identificação do aluno

Connection Sequence

Step 1: Choose a Role

Networked Stand Alone

☒ Student ☐ Instructor

☐ Instructor

☐ Public Display

Step 2: User Information

Name:

Location in the classroom:

Line:

Column:

Step 3: Choose a Presentation

Broadcasted Presentations Advanced Connection Options

Available Presentations

Step 4: Join Presentation

Join the Selected Instructor's Presentation...

Figura 6.1. Usuário com papel de aluno deve se identificar com nome e localização

A Figura 6.1 mostra que a identificação do usuário foi inserida como um passo a mais no processo de login (6.1a), que originalmente no software Presenter era apenas a escolha do papel (“Step 1: Choose a Role”) e da apresentação disponível (“Step 2: Choose a Presentation”). Esse passo foi inserido nesta posição justamente para manter-se a compatibilidade, consistência e padrão com a ferramenta Presenter, conforme homônima heurística de usabilidade proposta por Nielsen [58]. O protótipo, de acordo com a heurística de “Prevenção de Erros” de Nielsen [58] também analisa os caracteres digitados, impedindo assim que sejam inseridos números negativos ou letras, o que levaria a erros e inconsistências futuras.

Os itens linha e coluna indicam a localização física do aluno em sala de aula, ou seja, considerando-se a disposição das mesas da sala de aula uma matriz de linhas e colunas, através desses campos é possível determinar precisamente em qual posição os alunos estão localizados. As posições indicadas com o rótulo “Vazio” indicam que ou não há aluno ocupando aquela posição ou o aluno que ocupa a posição ainda não submeteu o slide de atividade ao professor.

A Figura 6.2 ilustra essa distribuição:

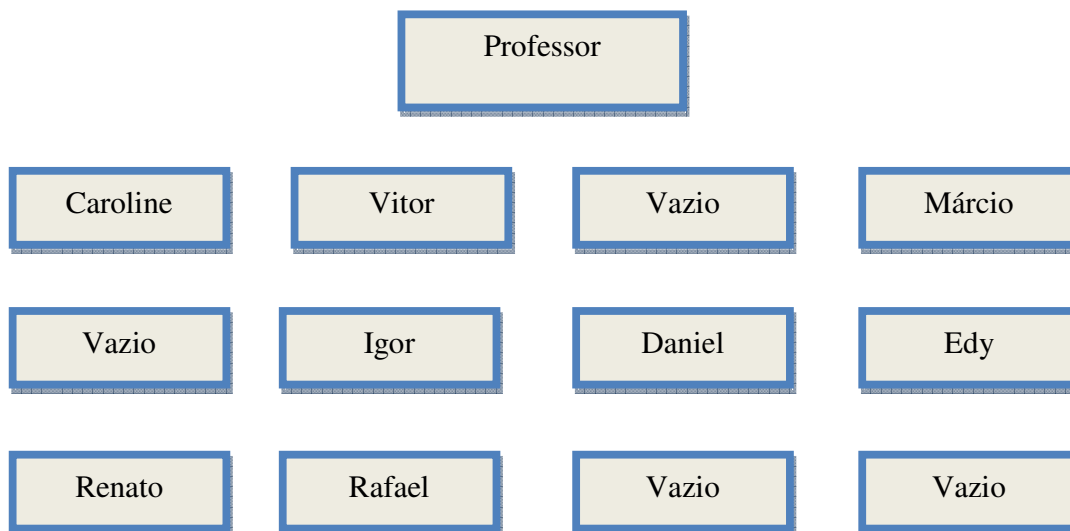


Figura 6.2. Exemplo de distribuição dos alunos em sala de aula

No exemplo da Figura 6.2, o aluno Vitor deveria informar que sua localização é na linha 1 coluna 2 da sala de aula. Desta forma, seria possível mapear a sala de aula ilustrada na Figura 6.2 na seguinte matriz de dados, conforme mostrado na Tabela 6.1.

	1	2	3	4
1	Caroline	Vitor	Vazio	Márcio
2	Vazio	Igor	Daniel	Edy
3	Renato	Rafael	Vazio	Vazio

Tabela 6.1. Matriz dos alunos da aula

Esse procedimento é importante para que tanto o professor como os próprios alunos sejam capazes de identificar quem são os autores das contribuições feitas e submetidas ao professor durante as atividades conforme pode ser visto na Figura 6.3. Esse processo de identificação pode ser feito pela disposição de um Mapa da Classe com as submissões dos alunos (conforme descrito na seção 6.3.2) ou pela exibição de miniaturas dos slides de submissão onde o nome do aluno e sua localização são exibidos, conforme mostrado na Figura 6.3.

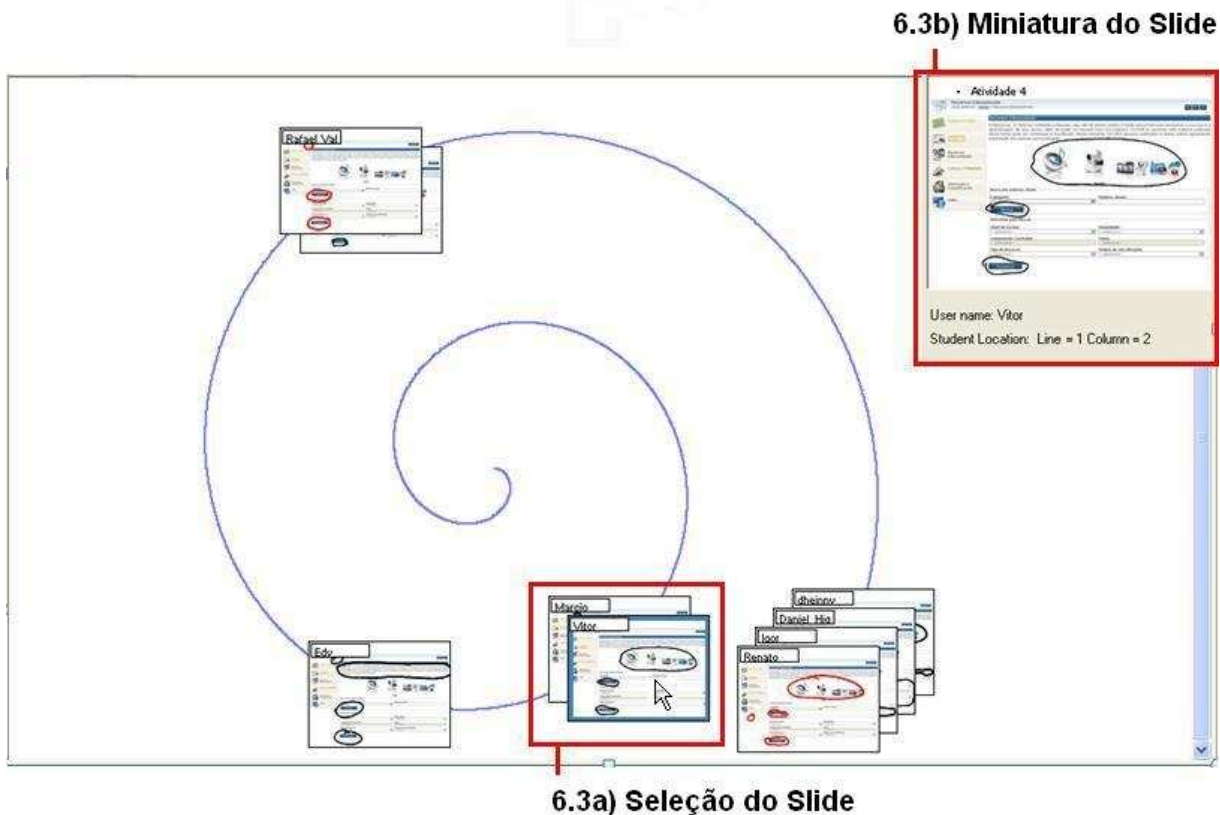


Figura 6.3. Professor seleciona um slide e obtém informação associada ao aluno autor da submissão

A Figura 6.3 indica que o professor, após posicionar a caneta sobre determinado slide (6.3a), tem a opção de visualizar uma miniatura desse slide, bem como os dados associados ao aluno autor da submissão, como seu nome e localização (linha e coluna) em sala de aula.

Outra forma de o professor identificar quem são os autores das submissões é pela exibição de um rótulo com o nome do aluno na parte superior do slide, conforme ilustra a Figura 6.4. Esse recurso é utilizado nos modos de visualização Mapa da Classe (seção 6.3.2), Grupos (seção 6.3.3) e Espiral (seção 6.3.4).



Figura 6.4. Exemplo de slide com rótulo indicativo do nome do aluno no canto superior esquerdo

Durante a aula, caso seja identificado que a localização informada pelo aluno está incorreta, é possível alterá-la sem a necessidade de fechar e abrir novamente a ferramenta. Para tanto, o aluno deve acessar o item de menu “Student”, e depois os itens “Line Position” ou “Column Position”, conforme ilustrado na Figura 6.5. Esse procedimento é importante pois tem impacto na “Eficiência de uso” do protótipo [60], permitindo que o usuário realize a tarefa de maneira simples e eficiente.

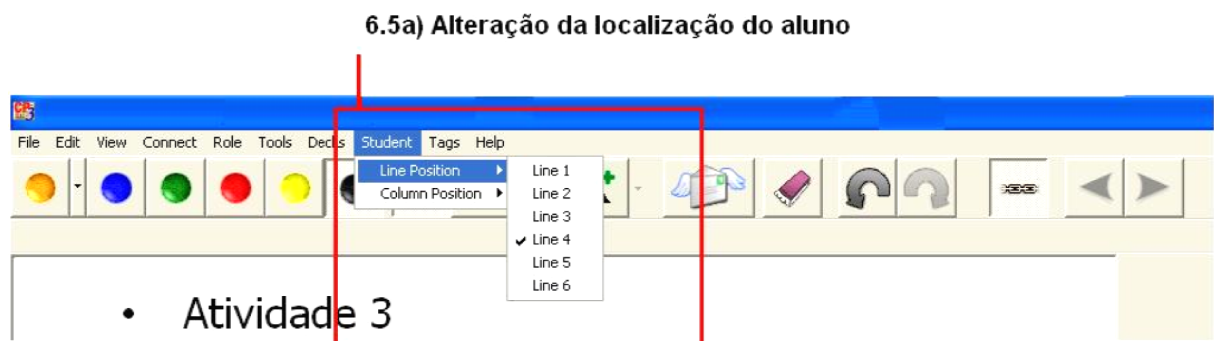


Figura 6.5. Visualização e alteração da localização do aluno

Conforme mostrado na Figura 6.5, o aluno tem a opção de visualizar qual a sua localização atual (linha e coluna) e alterá-la caso seja necessário. O título do menu é “Student” para preservar os princípios de “Consistência” [59] e “Consistência e Padrões” [58] pois no Presenter já existe um menu identificado como “Student”, disponível originalmente apenas ao professor, onde é possível alterar informações relativas aos alunos como permissão de envio de submissões e liberação do controle de navegação pelos slides.

É importante que o aluno tenha a flexibilidade de alteração de sua localização pois dada a natureza móvel dos Tablets PCs, é possível que durante a aula seja proposta alguma tarefa ou atividade em que haja deslocamento físico do aluno. Entretanto, em relação ao nome informado pelo aluno acredita-se que seja interessante não permitir alterações, já que isso possibilitaria que deliberadamente ou por brincadeira algum aluno trocasse sua localização e nome pelo de algum colega com o intuito de confundir o professor.

Na seção de Trabalhos Futuros (ver seção 8.1) são propostas alternativas para essas situações, como a identificação automática do aluno, em que o nome utilizado no protótipo seria o mesmo nome de login do aluno no Tablet PC, bem como sua localização, que seria identificada automaticamente por um conjunto de roteadores. Isso tornaria inclusive mais flexível o Mapa da Classe (seção 6.3.3), que não necessariamente seria composto por linhas e colunas, podendo assim representar qualquer distribuição física dos alunos no ambiente.

6.3.2) Organização das Submissões de Slides em Decks

Um dos aspectos importantes identificados durante a utilização dos Tablets PCs e da ferramenta Presenter (ver Apêndice D) foi a necessidade de organização dos slides de submissões dos alunos. Para tanto, foram criados os modos de visualização Mapa da Classe (6.3.3), Espiral (6.3.4) e Grupos (6.3.5), com o intuito de ordenar e organizar essas submissões segundo critérios como disposição dos alunos em sala de aula, semelhanças entre os slides ou semelhança dos slides com um slide de gabarito.

Entretanto, para que esses modos de visualização sejam efetivos na organização dos slides submetidos, é necessário que exista um agrupamento prévio desses slides de acordo com o slide da apresentação do professor associado a ele.

Por exemplo, suponha-se que na apresentação do professor existam 4 slides com atividades propostas, denominados S1, S2, S3 e S4. Supondo que existam 20 alunos em sala de aula e que cada aluno envie uma submissão por atividade, ao final o professor terá recebido 80 slides de

submissão. Além disso, existe ainda a possibilidade de um mesmo aluno enviar mais de uma submissão por atividade, já que ele pode querer corrigir ou acrescentar algo à sua submissão inicial.

Caso não haja organização por decks de atividades, todos esses slides estarão “misturados” em um mesmo deck, sendo complicado para o professor identificar e analisar o resultado da atividade. É por este motivo que é importante existir uma organização das submissões, baseada nos seguintes critérios:

- Organização por decks de atividades: Todos os slides de uma determinada atividade submetidos pelos alunos devem ficar agrupados no mesmo deck. No exemplo citado anteriormente, os 20 slides submetidos na atividade 1 devem ficar em um deck (D1), os 20 slides submetidos na atividade 2 devem ficar em outro deck (D2) e assim por diante.
- Sobreposição dos slides de um mesmo aluno: Caso um aluno, por qualquer motivo, realize mais de uma submissão de slide em uma mesma atividade, sua nova submissão deve sobrescrever o slide existente anteriormente no respectivo deck de submissões no Tablet PC do professor. Isso evita redundâncias, economiza espaço e facilita a análise das submissões, já que apenas a última versão delas é exibida ao professor.

No protótipo, este modelo foi implementado nomeando-se os decks de atividade criados de acordo com uma ordem numérica crescente e seqüencial (1, 2, 3, 4), conforme ilustra a Figura 6.6. Esta abordagem é simples e efetiva, pois permite ao professor associar imediatamente a qual slide de atividade corresponde aquele deck de submissões de slides. (e.g, o deck “2” corresponderia ao deck de submissões da 2ª atividade proposta).



Figura 6.6. Organização dos slides de submissão em decks

Outra importante questão identificada foi a necessidade de um retorno informativo ao aluno após a submissão do slide, indicando se a submissão foi (ou não) recebida com sucesso pelo professor. Essa característica é importante pois evita que o aluno sobrecarregue a rede através de submissões em sequência de um mesmo slide, melhorando a usabilidade do software em concordância com a heurística de “Visibilidade do status do sistema” de Nielsen [58].

6.3.3) Modo de Visualização Mapa da Classe

Com o intuito de permitir ao professor a identificação da localização dos alunos em sala de aula, foi desenvolvido o modo de visualização Mapa da Classe, que agrupa as submissões dos alunos de acordo com a localização (linha e coluna) informada por cada um deles.

Inicialmente os alunos devem se identificar, informando na tela inicial do protótipo seu nome, linha e coluna de localização, conforme descrito na seção 6.3.1. A disposição de linhas e colunas é feita considerando-se a sala de aula física uma matriz, conforme ilustrado na Tabela 6.1 e na Figura 6.2.

O objetivo deste modo de visualização é permitir uma imediata identificação de quem são os autores das submissões de slides em sala de aula, exibindo em um mapa os slides submetidos

associados à posição de cada um dos estudantes. A Figura 6.7 ilustra a exibição de slides de submissão no modo Mapa da Classe:

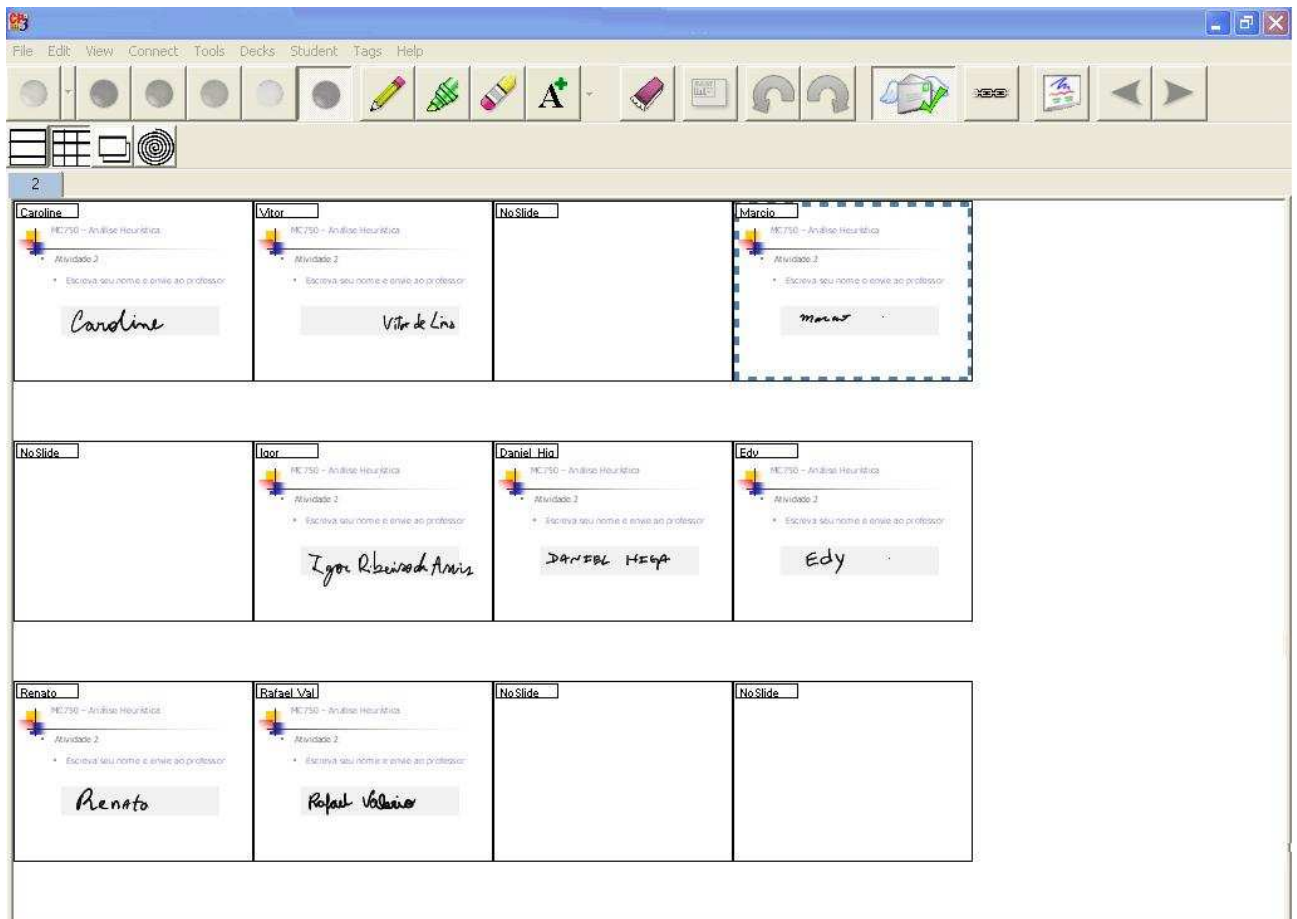


Figura 6.7. Modo de visualização Mapa da Classe

É importante destacar que as submissões dos alunos são agrupadas em decks específicos, de acordo com o slide original da apresentação do professor, conforme explicado na seção 6.3.2. Deste modo, o professor tem a oportunidade de exibir o Mapa da Classe para cada deck de submissão dos alunos, identificando e exibindo as contribuições dos alunos para cada uma das atividades propostas.

Uma restrição deste modo de visualização está no fato de ele exibir apenas as submissões recebidas, não sendo possível identificar se o slide em branco no mapa (identificado com o rótulo “No Slide”) indica que não há aluno presente naquele local ou se o aluno está presente, mas não

submeteu o slide. Isso ocorre devido à arquitetura de transmissão de slides do protótipo, que identifica as informações do slide e do seu autor apenas no momento do recebimento das submissões pelo professor. Neste caso, para realizar a identificação o professor deve examinar a sala de aula e verificar se há, ou não, algum aluno sentado em determinada posição.

6.3.3.1) Redimensionamento automático

O modo de visualização Mapa da Classe foi construído de forma a ser dinâmico e flexível, adequando-se instantaneamente à chegada de novos alunos sem a necessidade de configurações ou comandos extras executados pelo professor. Essa abordagem se justifica pelo princípio de usabilidade “Eficiência de Uso” de Preece [60] e pela heurística “Flexibilidade e Eficiência de Uso” de Nielsen [58].

Por exemplo, considere-se a situação em que os alunos em sala de aula ocupam apenas a primeira e segunda fileira de carteiras. Após os alunos submeterem slides relativos a determinada tarefa, o professor exibe o Mapa da Classe associado àquele deck de submissões, conforme ilustra a Figura 6.8.

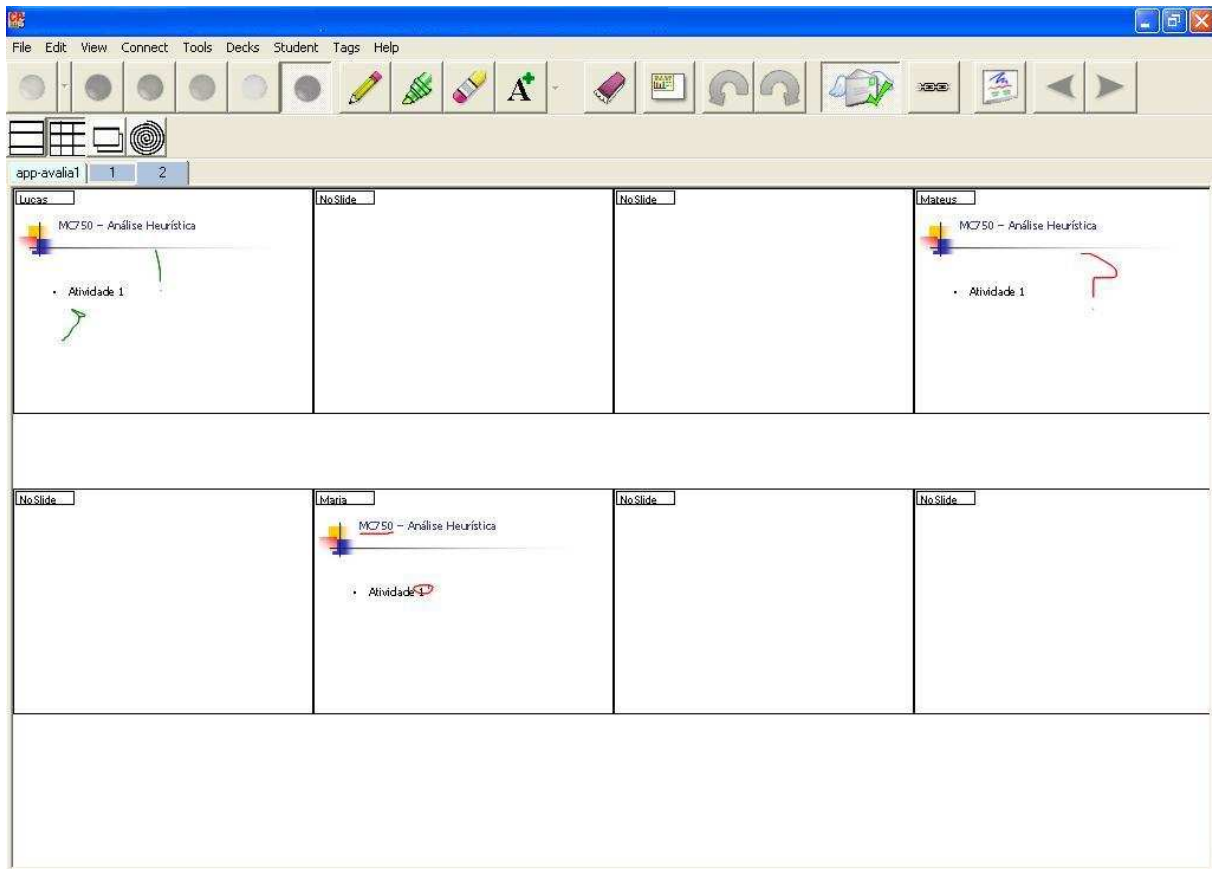


Figura 6.8. Mapa da Classe com duas fileiras de alunos

Enquanto o professor comenta as submissões, um novo aluno chega à aula e se aloja na fileira número 4. Ele se conecta à aula pelo protótipo, visualiza, realiza e submete a tarefa proposta ao professor. Uma vez realizada a submissão, o Mapa da Classe é alterado, já considerando a contribuição deste aluno, conforme ilustra a Figura 6.9.

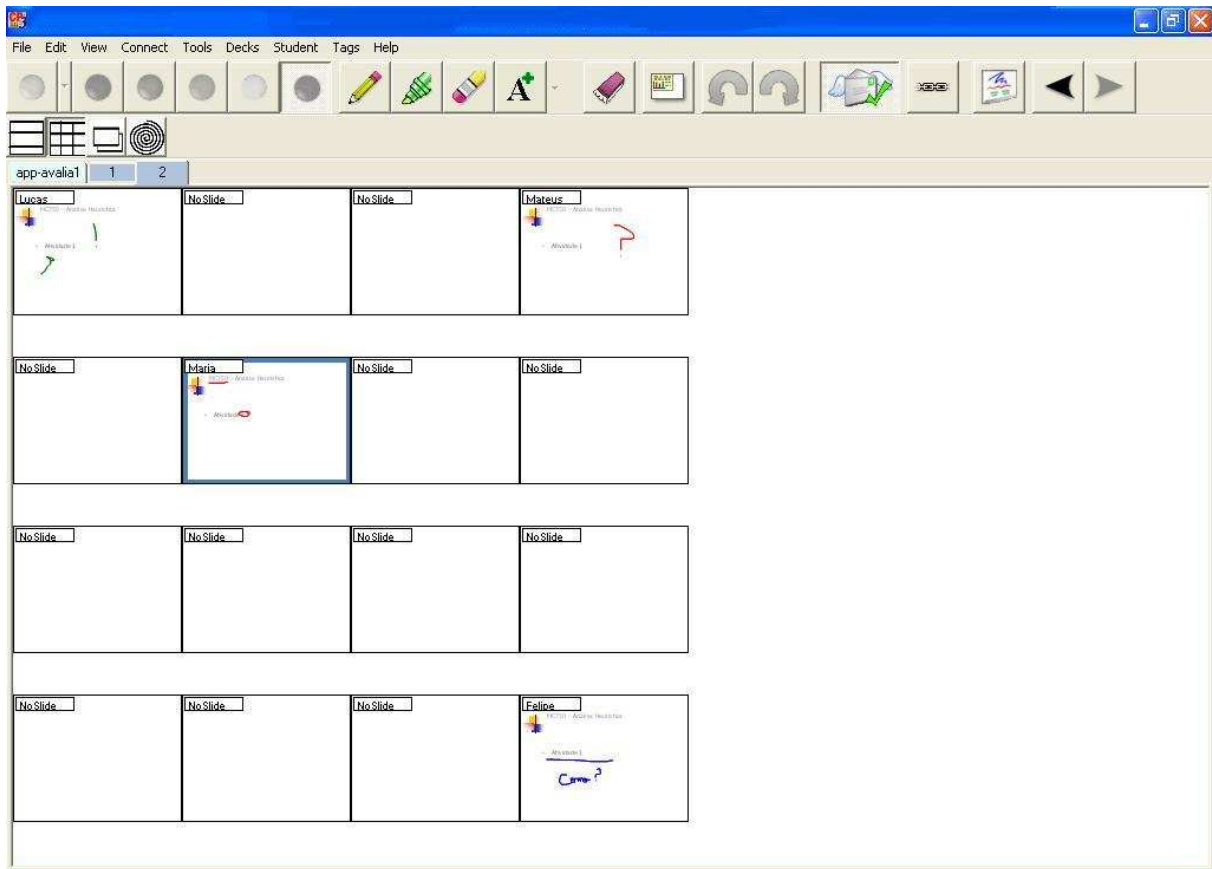


Figura 6.9. Mapa da Classe com quatro fileiras de alunos

Todo esse processo de reconstrução é feito de modo dinâmico e automático, de forma a não prejudicar a aula do professor. Além disso, caso um aluno por algum motivo submeta novamente seu slide com alguma modificação, ele é exibido instantaneamente no local relativo àquele aluno no Mapa da Classe, sobrescrevendo o slide anterior que ocupava aquela posição. Caso queira, o professor tem ainda a opção de deletar qualquer slide do Mapa da Classe. Nesta situação, o slide é substituído por um slide em branco, com o rotulo “No Slide”.

6.3.4) Modo de Visualização Espiral

O modo de visualização Espiral tem como principal característica permitir que o professor compare os slides de atividade submetidos pelos alunos com um slide pré-definido de gabarito. Após analisados por um algoritmo de comparação os slides são exibidos no formato de uma

Espiral, onde os slides mais semelhantes com o gabarito são posicionados mais ao centro e os menos semelhantes, ou com nenhuma semelhança, próximos à ponta da Espiral.

A Figura 6.10 ilustra a disposição dos slides no formato de Espiral:

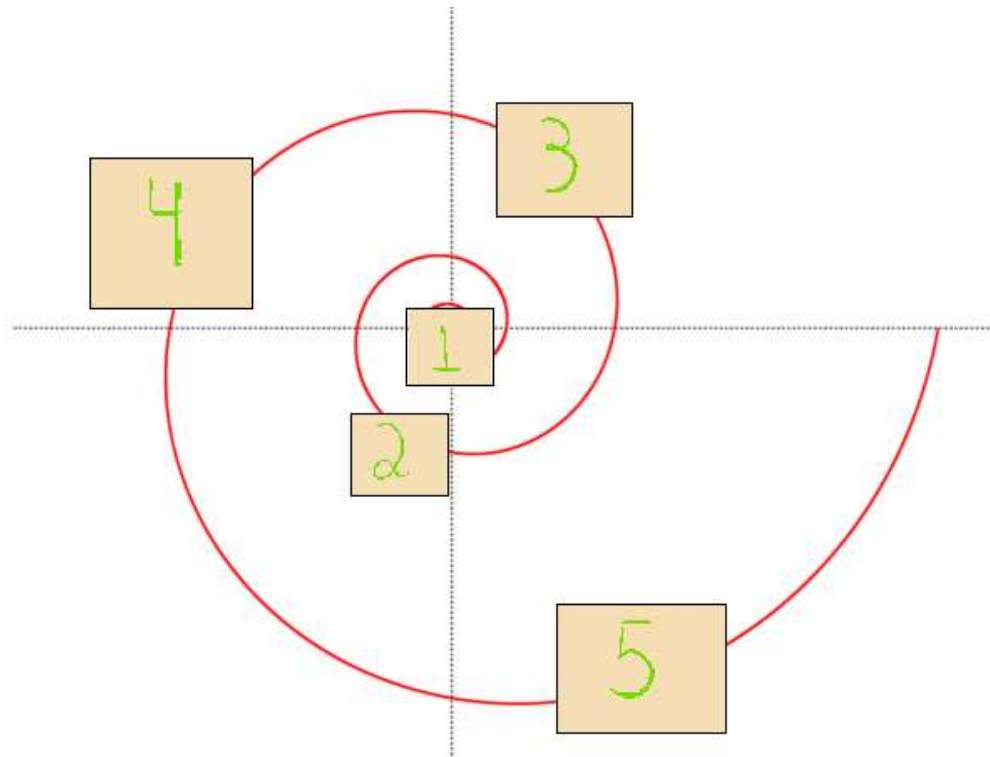


Figura 6.10. Concepção original da disposição de slides no formato Espiral

6.3.4.1) Sobreposição e deslocamento dos slides

Um problema identificado durante a elaboração do modo de visualização Espiral (e posteriormente no modo de visualização Grupos, descrito na seção 6.3.5) foi a necessidade de exibir na mesma tela um número razoavelmente grande de slides distintos, provenientes das submissões de vários alunos.

Segundo o princípio da “Visibilidade” de Norman [59], os elementos necessários para realização de uma tarefa na interface devem estar visíveis ao usuário. No contexto do protótipo, isso significaria exibir todos os slides de um determinado deck de submissão na Espiral de slides. Mas como exibir, por exemplo, três slides que estão situados à mesma distância do centro da Espiral?

Para solucionar este problema, optou-se em usar nessas circunstâncias uma disposição de slides similar à usada no arranjo das cartas de um jogo de baralho, onde cada carta fica, na mesa de jogo, sobreposta em relação às demais exceto por um pequeno deslocamento em seu posicionamento. Tal procedimento é similar ao usado no ambiente Windows no posicionamento de arquivos e janelas na tela. A Figura 6.11 ilustra essa situação:

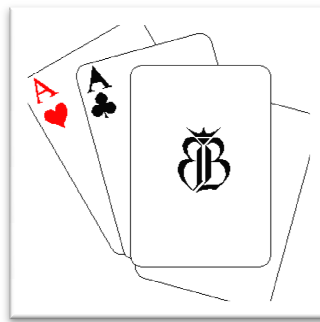


Figura 6.11. Disposição de cartas de baralho em uma mesa de jogo

Essa solução é interessante pois permite um melhor aproveitamento e dimensionamento do espaço, possibilitando que o usuário identifique que em determinada posição da Espiral existe mais de um slide presente. Além disso, essa abordagem apresenta um conceito que é familiar ao usuário, respeitando assim a heurística de “Compatibilidade do sistema com o mundo real” proposta por Nielsen [58].

A Figura 6.12 ilustra o processo de sobreposição de slides implementado no protótipo da ferramenta:

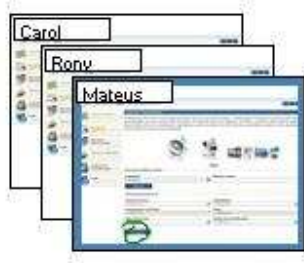


Figura 6.12. Modelo de sobreposição de slides no protótipo

Similarmente à distribuição das cartas de baralho, onde apenas o rótulo da carta (A, 1, 2, etc) fica visível, procurou-se manter no protótipo a exibição do rótulo com o nome do aluno autor do slide, facilitando assim a identificação de quais alunos são os autores dos slides daquela posição.

Caso queira, o professor tem ainda a possibilidade de “trazer para frente” algum slide que esteja posicionado atrás dos demais. Para que essa ação seja feita, basta o professor indicar com a caneta (sem necessidade de pressionar nenhum botão) o slide que deseja selecionar e, automaticamente, este slide será selecionado e exibido à frente dos demais.

Conforme visto na seção 6.3.1, no momento em que o professor seleciona com a caneta qualquer um dos slides da Espiral, uma miniatura do slide, seguida das informações do autor (nome e localização) é exibida no canto superior direito da tela (Figura 6.3). Isso é importante tanto para permitir que o professor tenha uma melhor visualização do conteúdo do slide como para possibilitar que ele identifique quem é o aluno autor daquela submissão.

Outra opção existente é o deslocamento do slide selecionado através das setas do teclado. Com essa funcionalidade o professor pode deslocar e posicionar o slide selecionado em qualquer ponto da Espiral. Essa flexibilidade é importante caso o professor queira comentar ou corrigir o posicionamento do slide de algum aluno.

6.3.4.2) Alteração do tamanho dos slides

Durante o desenvolvimento do protótipo foram testadas várias possibilidades de tamanhos para os slides no modo de visualização Espiral. Optou-se por um tamanho que permitisse a exibição

do rótulo com o nome do aluno e também a visualização mínima do conteúdo do slide, sem sobrecarregar a tela com dados e também sem prejudicar a identificação de qual posição o slide ocupa na Espiral.

Entretanto, considerando os princípios de “Utilidade” de Preece [60] e “Flexibilidade e Eficiência de Uso” de Nielsen [58], poderiam existir situações onde o número de slides presentes na Espiral fosse pequeno, o que permitiria aumentar o tamanho dos slides sem comprometer a visualização da Espiral. Em contrapartida, caso o número de submissões fosse muito grande, seria interessante a possibilidade de diminuição do tamanho dos slides, facilitando assim a análise do resultado geral pelo professor.

Deste modo foi criada a funcionalidade que permite a alteração do tamanho dos slides da Espiral. Com o intuito de manter-se o princípio da Consistência descrito por Norman [59] com a interface do Presenter, a alteração do tamanho dos slides foi inserida no menu “View”, onde já existiam outras opções de configuração associadas aos Slides. Atendendo à heurística de usabilidade “Visibilidade do Status do Sistema”, proposta por Nielsen [58], o usuário é informado sobre o tamanho atual dos slides exibidos na Espiral através de um “check” na opção correspondente do menu.

A Figura 6.13 ilustra essa situação:

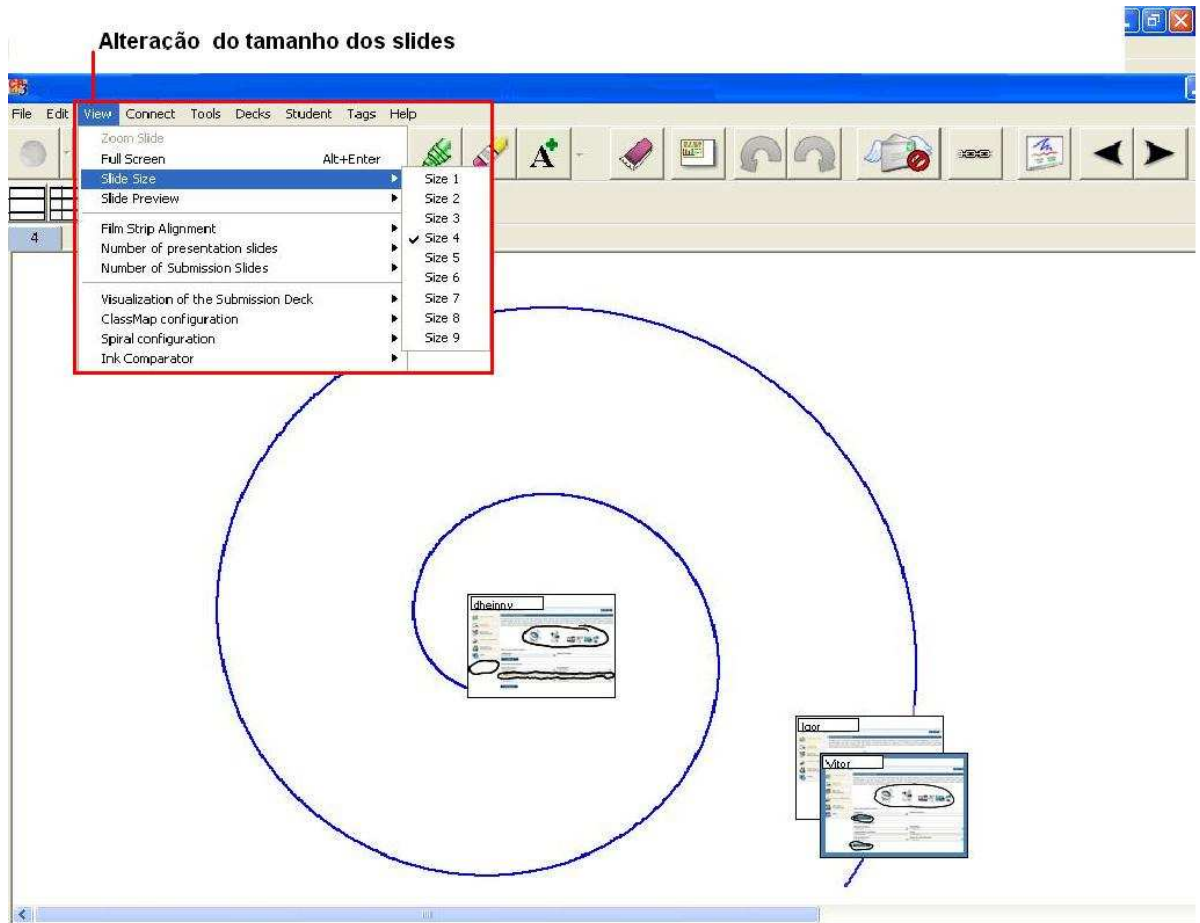


Figura 6.13. Menu de alteração do tamanho dos slides

Caso o tamanho dos slides seja muito pequeno, não faz sentido a exibição do rótulo com o nome do aluno, já que o próprio rótulo seria maior que o tamanho do próprio slide. Assim, seguindo o conceito de zoom semântico [65], nessa circunstância o protótipo não exibe nos slides o rótulo com o nome dos alunos, devendo o professor realizar a identificação tanto do conteúdo do slide como de seu autor através das miniaturas exibidas no canto superior direito, como mostrado na Figura 6.14.

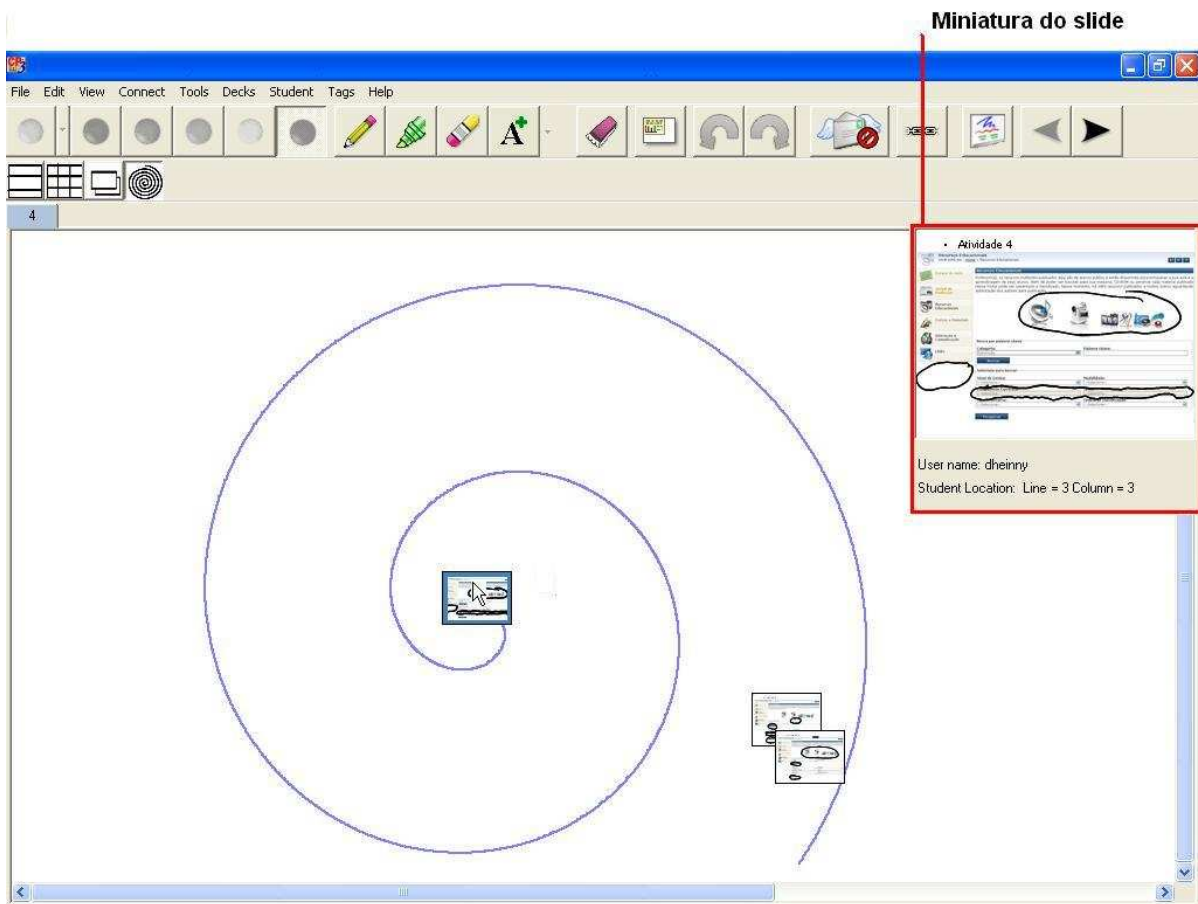


Figura 6.14. Exibição dos slides com tamanho reduzido

6.3.4.3) Comparação de slides com o gabarito

O intuito básico do modo de exibição em Espiral é comparar todos os slides presentes em um determinado deck de submissão de slides dos alunos com um gabarito previamente definido pelo professor. Deste modo, antes da aula, no momento da elaboração do deck da apresentação, o professor pode preparar a atividade e definir um determinado slide como gabarito, ou se preferir, pode definir esse slide durante a própria aula.

Para manter-se a compatibilidade com a interface original do Presenter, que possui os controles de visualização dos slides no menu superior, foi criado um item no menu de visualização responsável pela definição de qual slide de gabarito será usado, conforme ilustra a Figura 6.15.

Entretanto, seguindo-se o processo de prototipagem rápida, o protótipo foi apresentado a alunos e professores, identificando-se um desconforto com esta opção do menu devido ao seu caminho ser muito grande e complicado de selecionar utilizando a caneta. Mas, sendo esta funcionalidade planejada para ser utilizada apenas uma vez na aula, e tendo-se outras prioridades mais críticas na implementação do protótipo, optou-se em preservar este item de menu, adicionando-se à seção de Trabalhos Futuros (ver seção 8.1) desta dissertação a adição de um ícone de atalho para execução desta tarefa, em conformidade com a heurística “Flexibilidade e eficiência de uso” proposta por Nielsen [58].

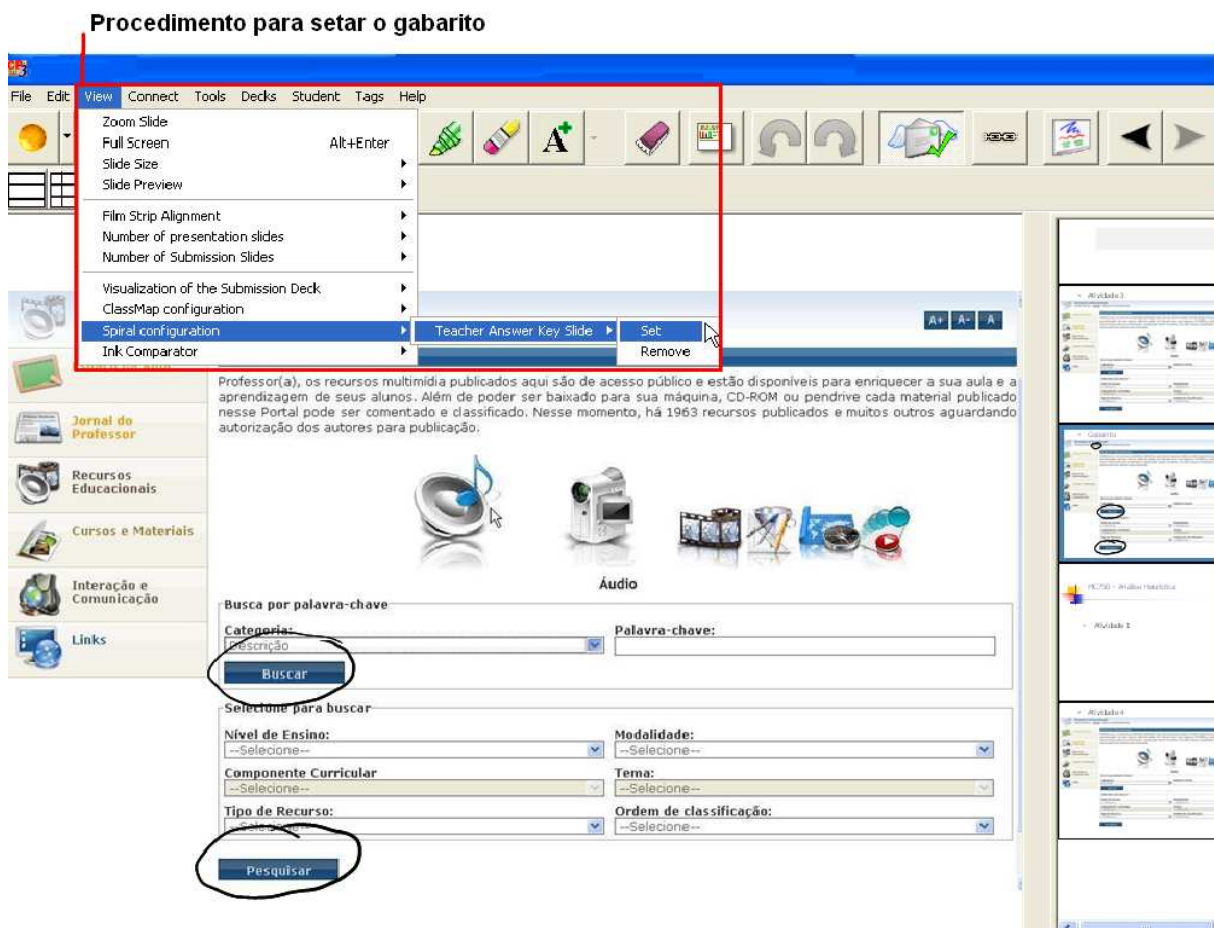


Figura 6.15. Definição de slide como gabarito

Para que o professor consiga facilmente distinguir o slide de gabarito dos demais slides de sua apresentação, o slide de gabarito possui contorno e rótulo próprios, conforme ilustra a Figura 6.16 Essa identificação é importante também pois atende à heurística de “Visibilidade do status do sistema”, proposta por Nielsen [58].



Figura 6.16. Slide de gabarito, com contorno e rótulo específicos

6.3.4.4) Implementação

Uma vez selecionado o modo de exibição Espiral, os slides são comparados um a um com o gabarito definido pelo professor. Após a análise, para cada slide é definido um fator de distância “f” de 0 a 1 em relação ao centro da Espiral, que é tratada como se fosse uma linha cujo ponto de origem é justamente o centro da figura.

Os slides onde $f=0$ possuem as mesmas marcações que o gabarito, sendo dispostos assim no centro da Espiral. Os slides onde $f=1$ não possuem nenhuma semelhança em relação ao gabarito, sendo dispostos portanto na ponta da Espiral. Já os slides onde $0 < f < 1$ possuem alguma semelhança com o gabarito, sendo dispostos, de acordo com o valor de f , entre o centro e a ponta da Espiral.

Como regra geral, sendo C o comprimento total da Espiral, cada um dos slides é disposto a uma distância X do centro da Espiral, onde $X = f * C$. O pseudo código a seguir descreve como esse procedimento é feito:

6.3.4.5) Pseudo-Código do Algoritmo de Posicionamento de Slides

Seja G o slide de gabarito definido pelo professor.

Seja D o deck de submissão de slides dos alunos.

Seja C o comprimento total da Espiral.

Para cada slide S presente em D faça {

Seja f um número real no intervalo de 0 a 1:

f = compare (S, G);

Seja X a distância de S do centro da Espiral:

$X = f * C$;

escreveSlide (S, X)

}

As funções auxiliares são definidas da seguinte forma:

Função escreveSlide (Slide S, Real X) {

o Escreve o slide S na tela, a uma distância X do centro da Espiral

}

Função compare(Slide SlideAluno, Slide SlideProfessor) {

Para cada marcação Ms no SlideAluno {

Se existe marcação Mp no SlideProfessor, onde compatível(Ms, Mp){

Seta Ms como marcação compatível

Seta Mp como marcação compatível

}

}

Seja totalCompatíveis a soma das marcações compatíveis de Ms e Mp.

Seja totalMarcações a soma das marcações de Ms e Mp

Seja c um número real no intervalo de 0 a 1:

$c = \text{totalCompatíveis} / \text{totalMarcações}$;

retorne 1-c;

}

Conforme descrito no algoritmo, o fator de compatibilidade f é definido como um número real entre 0 e 1, onde 0 indica que o slide possui todas as marcações compatíveis com o gabarito e 1 indica a inexistência de marcações compatíveis. O fator f é definido como $1-c$, onde c é um número real entre 0 e 1 que representa o quociente entre o número total de marcações compatíveis e o número total de marcações. Essa medição é feita desse modo com o intuito de considerar todas as marcações realizadas pelos alunos, posicionando assim de maneira pior os alunos que fizeram muitas marcações não compatíveis nos slides.

Por motivos de simplificação não constam no pseudo-código acima situações excepcionais, como quando o aluno faz duas ou mais marcações na mesma região da tela (faz por exemplo um “X” com duas marcações distintas, ou seja, após fazer o primeiro traço retira a caneta da tela). Nessa situação a duplicidade é identificada e as demais marcações naquela região são desconsideradas.

Duas marcações de tinta são consideradas compatíveis caso a função “compatível” retorne verdadeiro, conforme descrito no algoritmo apresentado na seção 6.3.4.6.

6.3.4.6) Compatibilidade entre marcações

Os algoritmos utilizados na construção do modo de visualização Espiral (6.3.4.5) e Grupos (6.3.4.6) utilizam para comparar os slides um algoritmo de comparação entre marcações de tinta feitas pelo usuário.

Esse algoritmo primeiramente calcula a área de intersecção entre os retângulos formados pelas bordas das marcações. As figuras a seguir ilustram duas marcações de tinta realizadas sobre um botão (Figura 6.17), os retângulos extraídos do contorno dessas marcações (Figura 6.18) e, em amarelo na Figura 6.19, a intersecção dos retângulos gerados.

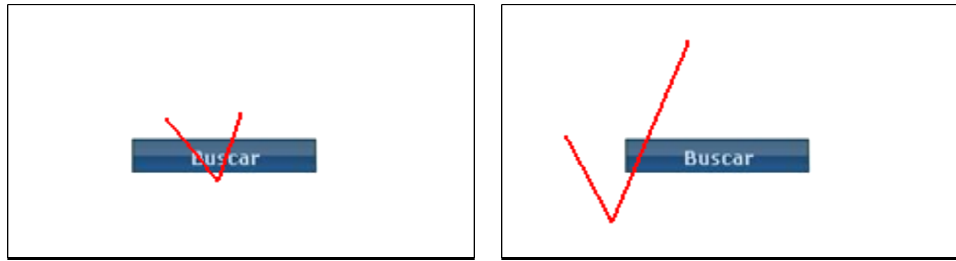


Figura 6.17. Marcações de tinta feitas sobre determinado botão de uma interface

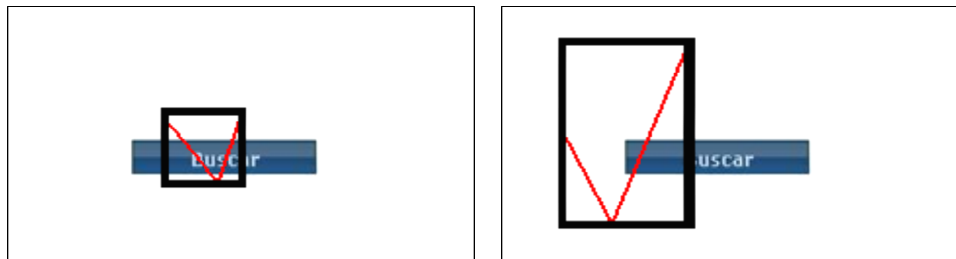


Figura 6.18. Retângulos gerados pelo contorno das marcações de tinta

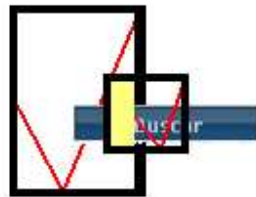


Figura 6.19. Intersecção dos retângulos gerados (em amarelo)

Uma vez calculada a área da intersecção, verifica-se se ela é maior que um determinado porcentual pré-definido (denominado fator de precisão) do maior retângulo encontrado. Caso seja, as marcações são classificadas como compatíveis pelo algoritmo, que retorna verdadeiro à chamada da função.

Seguindo o modelo de prototipagem rápida, foram realizados testes preliminares com esta versão do protótipo em uma turma da disciplina de “Informática para Educação” da pós-graduação do Instituto de Computação da Unicamp, em tarefas de avaliações heurísticas de interfaces de usuário [58]. Durante estes testes o professor teve a liberdade de alterar em tempo de execução o

valor do fator de precisão (que poderia oscilar entre 10% e 100%), identificando assim qual escala de precisão representaria melhor a compatibilidade dos slides naquele contexto.

Foi identificado que no contexto abordado seria interessante considerar que não é necessário um alto grau de intersecção dos retângulos gerados para considerar compatíveis as marcações. Isso ocorre pois não necessariamente dois usuários podem marcar da mesma forma, e na mesma posição, determinado elemento de interface, conforme ilustrado na Figura 6.16.

Entretanto, não se pode determinar que duas marcações são compatíveis apenas se há alguma intersecção entre elas. Nessa circunstância, bastaria que um aluno fizesse um grande traço cruzando a diagonal da tela para ter seu slide considerado idêntico ao gabarito. Assim, definiu-se um fator de precisão entre 10% e 30% como o ideal para atividades de avaliação heurística. Obviamente em outros contextos (como por exemplo, uma prova de odontologia, onde os alunos deveriam marcar em imagens bucais eventuais problemas na dentição de pacientes) o fator de precisão possivelmente devesse ser maior.

Outro ponto identificado é a possibilidade de, no caso da comparação de slides na Espiral, a marcação feita pelo aluno estar contida dentro da área da respectiva marcação feita pelo professor no gabarito. Neste caso, considera-se que, independentemente do tamanho da área da marcação feita pelo aluno, as marcações são compatíveis. Isso é válido, pois o aluno, apesar de possivelmente ter feito uma marcação demasiadamente pequena para ser considerada como compatível, acertou a localização correta esperada pelo professor.

Importante ressaltar que o inverso não é verdadeiro, ou seja, se o aluno fizer uma marcação grande o bastante para envolver completamente a marcação feita pelo professor, elas não serão consideradas automaticamente compatíveis, devendo passar pelo processo normal de análise do algoritmo.

6.3.4.7) Exemplo de uso

Considere-se a proposta hipotética da atividade de Avaliação Heurística de interfaces em uma aula de IHC, onde os alunos deveriam realizar marcações em regiões da interface onde supostamente existiriam violações nas heurísticas de Nielsen [58] estudadas.

Após a realização da tarefa, o professor gostaria de comparar as submissões dos alunos em relação a um gabarito pré-definido anteriormente, conforme ilustra a Figura 6.20. Utilizaria, para tanto, o modo de visualização Espiral para essa verificação.

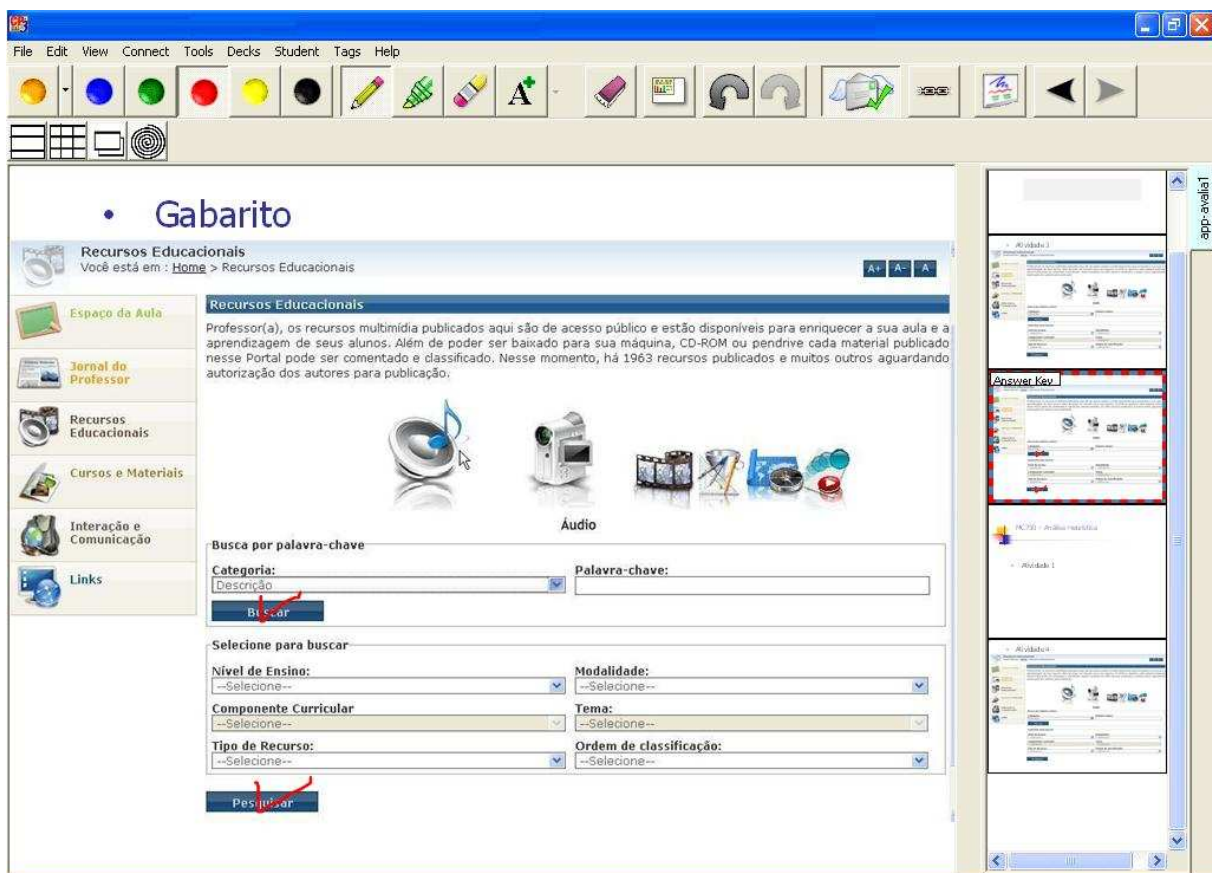


Figura 6.20. Slide utilizado como gabarito do modo de visualização em Espiral

Considere-se também a existência de quatro alunos nessa sala de aula fictícia: Carol, Rony, Mateus e Lucas. Cada um deles submeteu ao professor um slide com as suas marcações da tarefa, conforme ilustram respectivamente as figuras (6.21 a 6.24) a seguir:



Figura 6.21. Resolução da tarefa pela aluna Carol



Figura 6.22. Resolução da tarefa pelo aluno Rony



Figura 6.23. Resolução da tarefa pelo aluno Mateus



Figura 6.24. Resolução da tarefa pelo aluno Lucas

Neste exemplo, o gabarito proposto pelo professor identificava como elementos onde há violações de heurísticas os botões “Buscar” e “Pesquisar”. Deste modo, quaisquer alunos que tenham marcado esses elementos (estritamente), teriam seus slides posicionados no centro da Espiral. Já os alunos que não marcaram nenhum desses elementos deveriam ter seus slides posicionados na extremidade da Espiral, enquanto os alunos que marcaram alguns desses elementos deveriam ter seu posicionamento entre o centro e a extremidade.

A Figura 6.25 ilustra o modo de visualização Espiral nessa situação:

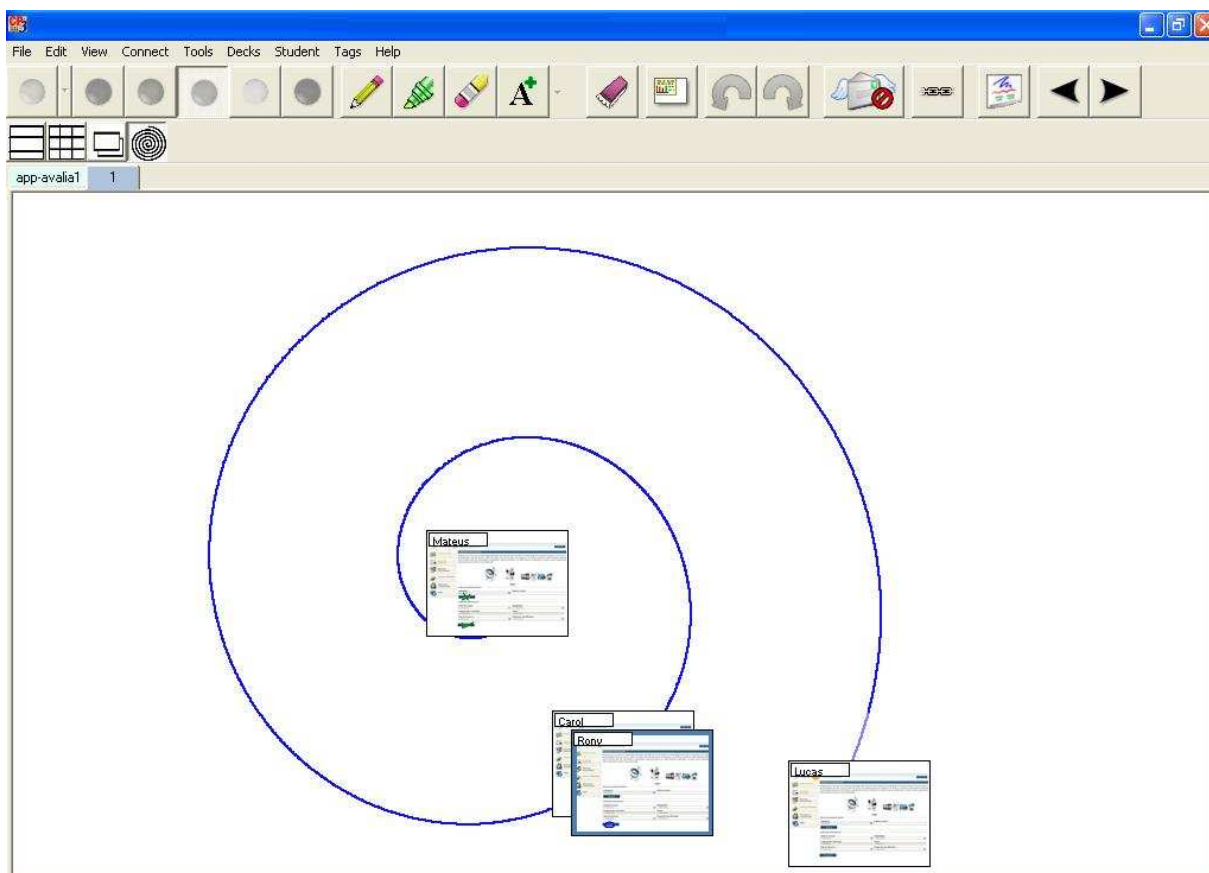


Figura 6.25. Slides dispostos na Espiral

De acordo com a Figura 6.25, é possível identificar que no centro da Espiral está posicionado o slide do aluno Mateus. Isso é coerente, pois Mateus marcou os elementos “Buscar” e “Pesquisar” de forma semelhante ao contido no gabarito do professor. Importante notar, entretanto, que no

slide do aluno há duas marcações feitas no elemento “Buscar” (um “X”), enquanto que o gabarito do professor possui apenas uma marcação nessa posição. Todavia o algoritmo, conforme descrito na seção 6.3.4.4, é capaz de identificar essa situação, posicionando desta forma o slide no centro da Espiral.

Já os alunos Carol e Rony acertaram cada um uma marcação distinta do gabarito. Assim, é coerente que ambos os slides fiquem posicionados no mesmo local, a uma distância intermediária do centro da Espiral. Como ambos estão na mesma posição, foi utilizado o processo de sobreposição de slides, conforme descrito na seção 6.3.4.1.

Por fim, o aluno Lucas fez uma marcação que diverge totalmente das marcações definidas pelo professor no slide de gabarito. Assim, seu slide é posicionado na extremidade da Espiral, afastado dos demais.

6.3.4.8) Considerações

Espera-se que, com o uso do modo de visualização Espiral, o professor consiga identificar quais slides submetidos mais se aproximam e quais os que mais se afastam do gabarito proposto. Essa análise é importante para que o professor consiga identificar quantos (e quais) alunos se aproximaram do objetivo da tarefa. Além disso, o professor pode identificar e usar como exemplo alguma resposta divergente para comentar e resolver dúvidas conceituais existentes, ou como discussão para assuntos ainda não abordados.

Com o modo de visualização em Espiral os alunos podem ver e identificar onde sua contribuição se localiza em relação aos demais colegas. Isso é importante para tornar a aula mais dinâmica e interativa, estimulando os alunos a participar, já que sabem que suas contribuições serão analisadas e comentadas pelo professor e pelos colegas. Como visto na seção 2.3, esses são elementos importantes para a construção de um ambiente de aprendizado ativo.

6.3.5) Modo de Visualização Grupos

6.3.5.1) Concepção Original

O modo de visualização em Espiral, descrito na seção 6.3.4, possuía inicialmente além da forma de comparação dos slides de submissão dos alunos com um gabarito, um modo de comparação dos slides entre si, onde slides semelhantes eram dispostos no mesmo grupo. O objetivo desta forma de comparação era propiciar ao professor um jeito de agrupar submissões de exercícios em situações onde não houvesse um gabarito pré-definido. Desta forma o professor teria a oportunidade de identificar se houve semelhança na resolução de determinada tarefa, quantas soluções foram encontradas e quantos e quais alunos foram os autores dessas resoluções.

Os grupos eram criados usando-se o esquema de sobreposição de slides, descrito na seção 6.3.4.1, e dispostos na Espiral de forma a que a distância entre eles fosse a mesma. O processo era feito deste modo, pois, dada a inexistência de um gabarito, a idéia não era identificar grupos “mais corretos” ou “mais errados”, mas sim grupos distintos de submissões.

Seguindo o esquema de prototipação rápida, essa versão do protótipo foi exposta ao professor e alunos de uma turma da disciplina “Informática para Educação” da pós-graduação do Instituto de Computação da Unicamp.

Após utilizarem o protótipo em um teste informal, iniciou-se uma discussão sobre o sentido da existência desse tipo de agrupamento e sua disposição em formato Espiral. Tanto o professor como os alunos afirmaram que o sentido original da Espiral era a distribuição de slides em relação à sua proximidade com um gabarito. Colocar, deste modo, grupos de slides semelhantes na Espiral era algo que não fazia sentido, sendo mais interessante a criação de outro modo de visualização para este tipo de agrupamento.

Analisando-se a situação, concluiu-se que as considerações feitas pelos usuários eram válidas, já que o uso da visualização em Espiral para a exibição dos grupos vai contra o conceito de *affordance* [59] associado à Espiral, ferindo também a heurística de Nielsen [58] de “Consistência e Padrões”, já que o mesmo elemento de interface utilizado (a Espiral) poderia ter

significados diferentes dependendo do contexto de uso, podendo confundir os usuários e dificultar a utilização do protótipo.

6.3.5.2) Implementação

Foi criado assim um modo de visualização denominado Grupos, cujo objetivo é o agrupamento de slides semelhantes submetidos pelos alunos. Os slides pertencentes a um mesmo grupo são sobrepostos conforme descrito na seção 6.3.4.1, e os diferentes grupos de slides são dispostos horizontalmente na tela até o limite da janela principal do protótipo. Uma vez que esse limite seja atingido, os grupos são dispostos em uma fileira inferior, e assim sucessivamente.

Considera-se que dois slides pertencem ao mesmo grupo se possuem estritamente o mesmo número de marcações de tinta e todas elas são semelhantes. Os grupos são construídos seguindo-se um algoritmo próprio de comparação de slides, descrito no pseudo-código a seguir:

6.3.5.3) Pseudo-código do algoritmo

Seja D o deck de submissão de slides dos alunos.

Seja grupoAtual um inteiro responsável pela identificação do grupo atual de slides.

grupoAtual = 0;

```
Para cada slide S presente em D faça {
  Repita até que D = 0 {
    adicionaGrupo(grupoAtual, S);
    Para cada slide S1 presente em [D-S] faça {
      Se semelhantes (S,S1) então {
        adicionaGrupo(grupoAtual, S1);
        D = [D- S1];
      }
    }
    D = [D - S];
    grupoAtual ++;
  }
}
```

As funções auxiliares são definidas da seguinte forma:

Função adicionaGrupo (inteiro grupoAtual, Slide S) {

- Adiciona na estrutura de organização de grupos a informação de que o slide S pertence ao grupo denominado grupoAtual.

}

Função semelhantes(Slide S, Slide S1) {

Se (S e S1 possuem a mesma quantidade de marcações) E
(Todas as marcações de S são compatíveis às de S1) então {
 retorne verdadeiro;

}

Senão {
 retorne falso;

}

}

Similarmente com o que ocorre com a comparação de slides no modo de visualização Espiral (seção 6.3.4.5), uma marcação de tinta é definida como semelhante à outra se o retângulo formado pelas marcações possuir uma área de intersecção igual ou superior a de um fator de precisão pré-definido (exceto em circunstâncias específicas) conforme descrito em detalhes na seção 6.3.4.6.

Como para cada slide é necessário que sejam analisados todos os demais, no pior caso são feitas $n(n-1)$ comparações de slides, resultando numa complexidade assintótica de $O(n^2)$. Importante ressaltar, porém, que cada comparação de slides exige a comparação entre todas as marcações de ambos os slides analisados, resultando numa complexidade de $O(n^2 \cdot m^2)$, onde n é o número total de slides e m o número total de marcações.

6.3.5.4) Exemplo de uso

Considere-se a proposta hipotética da atividade de Avaliação Heurística de interfaces em uma aula de IHC, onde os alunos deveriam realizar marcações em regiões da interface onde supostamente existiriam violações nas heurísticas estudadas.

Após a realização da tarefa, o professor gostaria de agrupar as submissões dos alunos de acordo com suas similaridades, identificando as diversas soluções encontradas e também os autores dessas submissões. Utilizaria, para tanto, o modo de visualização Grupos para essa verificação.

Considere-se também a existência de 6 alunos nessa sala de aula fictícia: Carol, Rony, Mateus, Lucas, Maria e Carla. Cada um deles submeteu ao professor um slide com as suas marcações da tarefa, conforme ilustram respectivamente as figuras (6.26 a 6.31) a seguir:



Figura 6.26. Resolução da tarefa pelo aluno Lucas



Figura 6.27. Resolução da tarefa pela aluna Maria

Recursos Educacionais
 Você está em : [Home](#) > Recursos Educacionais

A+
 A-
 A

Espaço de Aula
 Jornal do Professor
 Recursos Educacionais
 Cursos e Materiais
 Interação e Comunicação
 Links

Recursos Educacionais

Professor(a), os recursos multimídia publicados aqui são de acesso público e estão disponíveis para enriquecer a sua aula e a aprendizagem de seus alunos. Além de poder ser baixado para sua máquina, CD-ROM ou pendrive cada material publicado nesse Portal pode ser comentado e classificado. Nesse momento, há 1963 recursos publicados e muitos outros aguardando autorização dos autores para publicação.

Áudio

Busca por palavra-chave

Categoria:
 Descrição

Palavra-chave:

Buscar

Selecione para buscar

Nível de Ensino:
 --Selecione--

Modalidade:
 --Selecione--

Componente Curricular
 --Selecione--

Tema:
 --Selecione--

Tipo de Recurso:
 --Selecione--

Ordem de classificação:
 --Selecione--

Pesquisar

Figura 6.28. Resolução da tarefa pela aluna Carol

Recursos Educacionais
 Você está em : [Home](#) > Recursos Educacionais

Espaço da Aula
 Jornal do Professor
 Recursos Educacionais
 Cursos e Materiais
 Interação e Comunicação
 Links

Recursos Educacionais

Professor(a), os recursos multimídia publicados aqui são de acesso público e estão disponíveis para enriquecer a sua aula e a aprendizagem de seus alunos. Além de poder ser baixado para sua máquina, CD-ROM ou pendrive cada material publicado nesse Portal pode ser comentado e classificado. Nesse momento, há 1963 recursos publicados e muitos outros aguardando autorização dos autores para publicação.

Áudio

Busca por palavra-chave

Categoria:

Palavra-chave:

Buscar

Selecione para buscar

Nível de Ensino:

Modalidade:

Componente Curricular

Tema:

Tipo de Recurso:

Ordem de classificação:

Pesquisar

Figura 6.29. Resolução da tarefa pelo aluno Rony


Recursos Educacionais
 Você está em : [Home](#) > Recursos Educacionais

A+
 A-
 A-

 Espaço da Aula
  **Jornal do Professor**
 Recursos Educacionais
  Cursos e Materiais
  Interação e Comunicação
  Links

Recursos Educacionais

Professor(a), os recursos multimídia publicados aqui são de acesso público e estão disponíveis para enriquecer a sua aula e aprendizagem de seus alunos. Além de poder ser baixado para sua máquina, CD-ROM ou pendrive cada material publicado nesse Portal pode ser comentado e classificado. Nesse momento, há 1963 recursos publicados e muitos outros aguardando autorização dos autores para publicação.









Audio

Busca por palavra-chave:

Categoria:
 Descrição
 ☐

Palavra-chave:

Buscar

Selecione para buscar:

Nível de Ensino:
 --Selecione--

Modalidade:
 --Selecione--

Componente Curricular:
 --Selecione--

Tema:
 --Selecione--

Tipo de Recurso:
 --Selecione--

Ordem de classificação:
 --Selecione--

Pesquisar

Figura 6.30. Resolução da tarefa pela aluna Carla

96

**Recursos Educacionais**
Você está em : [Home](#) > Recursos Educacionais

 Espaço da Aula

 Jornal do Professor

 Recursos Educacionais

 Cursos e Materiais

 Interação e Comunicação

 Links

Recursos Educacionais

Professor(a), os recursos multimídia publicados aqui são de acesso público e estão disponíveis para enriquecer a sua aula e a aprendizagem de seus alunos. Além de poder ser baixado para sua máquina, CD-ROM ou pendrive cada material publicado nesse Portal pode ser comentado e classificado. Nesse momento, há 1963 recursos publicados e muitos outros aguardando autorização dos autores para publicação.



Audio

Busca por palavra-chave
Categoria: Descrição
Palavra-chave:

Selecione para buscar
Nível de Ensino: --Selecione--
Modalidade: --Selecione--
Componente Curricular: --Selecione--
Tema: --Selecione--
Tipo de Recurso: --Selecione--
Ordem de classificação: --Selecione--

Figura 6.31. Resolução da tarefa pelo aluno Mateus

A Figura 6.32 ilustra o agrupamento dessas submissões feito pelo modo de exibição Grupos:

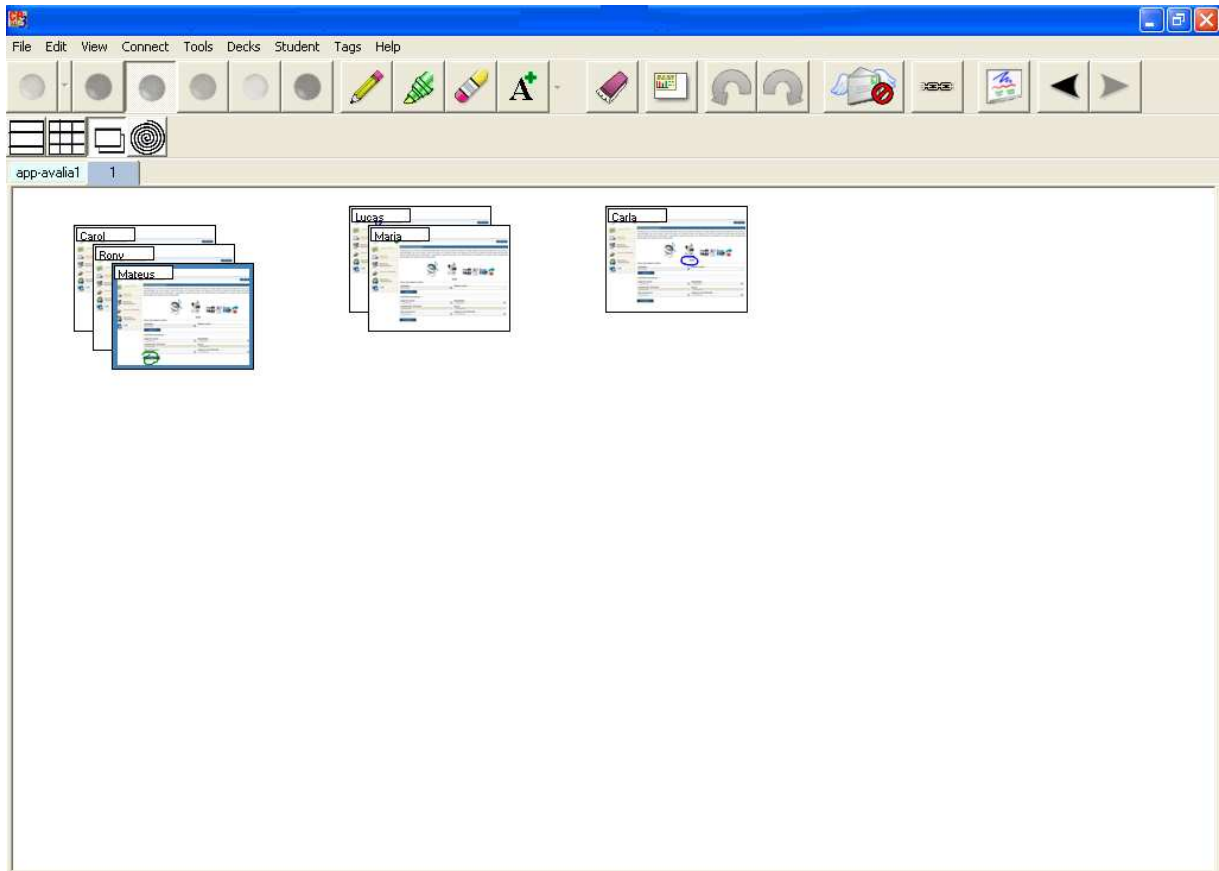


Figura 6.32. Exibição dos slides no modo de exibição Grupos

Conforme se observa na Figura 6.32, o protótipo agrupou as submissões dos alunos em 3 grupos distintos:

- Alunos que marcaram o botão “Pesquisar”, representado pelos slides de Carol, Rony e Mateus.
- Alunos que marcaram o link “Home”, representado pelos alunos Lucas e Maria.
- Aluno que marcou o link “Áudio”, representado pela aluna Carla.

A Figura 6.33 ilustra, em detalhes, a exibição desses grupos de slides:



Figura 6.33. Detalhe dos slides no modo de exibição Grupos

Para economia e melhor distribuição de espaço, os slides de um mesmo grupo são sobrepostos uns sobre os outros, conforme explicado na seção 6.3.4.1. Caso queira, o professor pode visualizar qualquer slide “escondido”, bastando passar a caneta sobre ele, trazendo-o assim automaticamente para frente dos demais.

É possível também deslocar o slide usando as setas do teclado, movendo-o para dentro de outro grupo ou para uma posição qualquer da tela. Isso permite ao professor uma maior flexibilidade na condução e correção da tarefa, bem como uma maior eficiência no uso do protótipo, conforme recomendado por Preece [60].

6.3.6) Associação de *Tags* às Marcações

Uma das formas de permitir uma maior dinâmica e flexibilidade nas tarefas realizadas é a associação de informações (*tags*) às marcações feitas nos slides pelo professor e pelos alunos, de forma semelhante ao que ocorre, por exemplo, com o CFS - *Classroom Feedback System* (ver seção 4.2) e com o *Remarkable Texts* (ver seção 4.6)

Desta forma, cada marcação feita poderá ter um conjunto de *tags* associadas a ela, o que permite uma comparação mais inteligente de slides nos modos de visualização Espiral e Grupos, além da possibilidade do professor identificar e analisar mais facilmente as contribuições efetuadas pelos alunos.

Apesar das *tags* poderem ser de qualquer tipo, no contexto deste projeto elas são utilizadas para associar um conjunto de heurísticas [58] às marcações. Outros tipos e possibilidades de uso de *tags* são discutidos em mais detalhes na seção de Trabalhos Futuros, conforme descrito na seção 8.1 desta dissertação.

6.3.6.1) Modelo Original

O processo de associação de *tags* consiste basicamente na abertura de uma tela com as *tags* disponíveis logo após o usuário realizar uma marcação de tinta no slide. A Figura 6.34 ilustra a concepção original desse modelo:

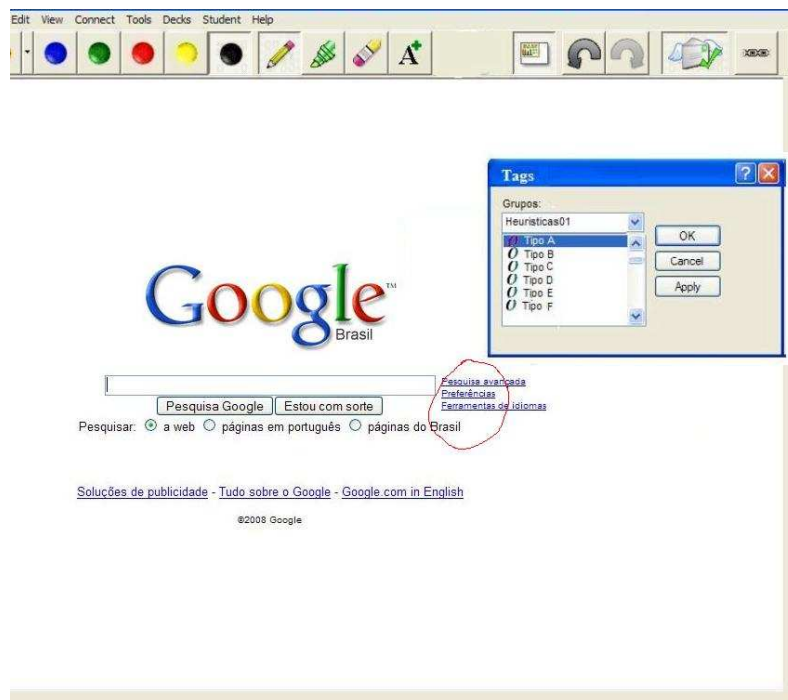


Figura 6.34. Associação de *tags* a uma marcação

Seguindo o modelo de prototipagem rápida, esta versão do protótipo foi analisada e testada informalmente por alunos e professor da disciplina “Informática para Educação” da pós graduação do Instituto de Computação da Unicamp. Através deste estudo, identificou-se que as principais deficiências desta funcionalidade são o tamanho diminuto das opções de seleção de

tags, a falta de um indicativo claro se a *tag* está ou não selecionada e também a falta de opções de manipulação das *tags* (seleção de todas ou de nenhuma *tag*). Em relação ao tamanho das opções de seleção, é possível afirmar que a precisão da caneta eletrônica é inferior à do mouse para este tipo de seleção, devendo a interface ser coerente com o uso deste dispositivo de interação.

Além disso, foi proposta também a exibição de rótulos indicativos de quais *tags* estão associadas a quais marcações feitas pelos usuários. Isso é importante pois permite que os usuários tenham um retorno do protótipo sobre sua ação de associação de *tags*, o que também atende à heurística de usabilidade “Visibilidade do status do sistema” proposta por Nielsen [58], além de permitir ao professor uma análise mais fácil e imediata da tarefa recebida dos alunos.

6.3.6.2) Modelo Revisado

A partir da análise feita no modelo original (seção 6.3.5.1) desenvolveu-se uma nova versão do protótipo considerando-se os itens e modificações sugeridas para a associação e visualização de *tags* associadas à marcações.

Caso esteja habilitada a opção de associação de *tags*, após o usuário realizar uma marcação no slide uma tela de associação é exibida, conforme ilustra a Figura 6.35.

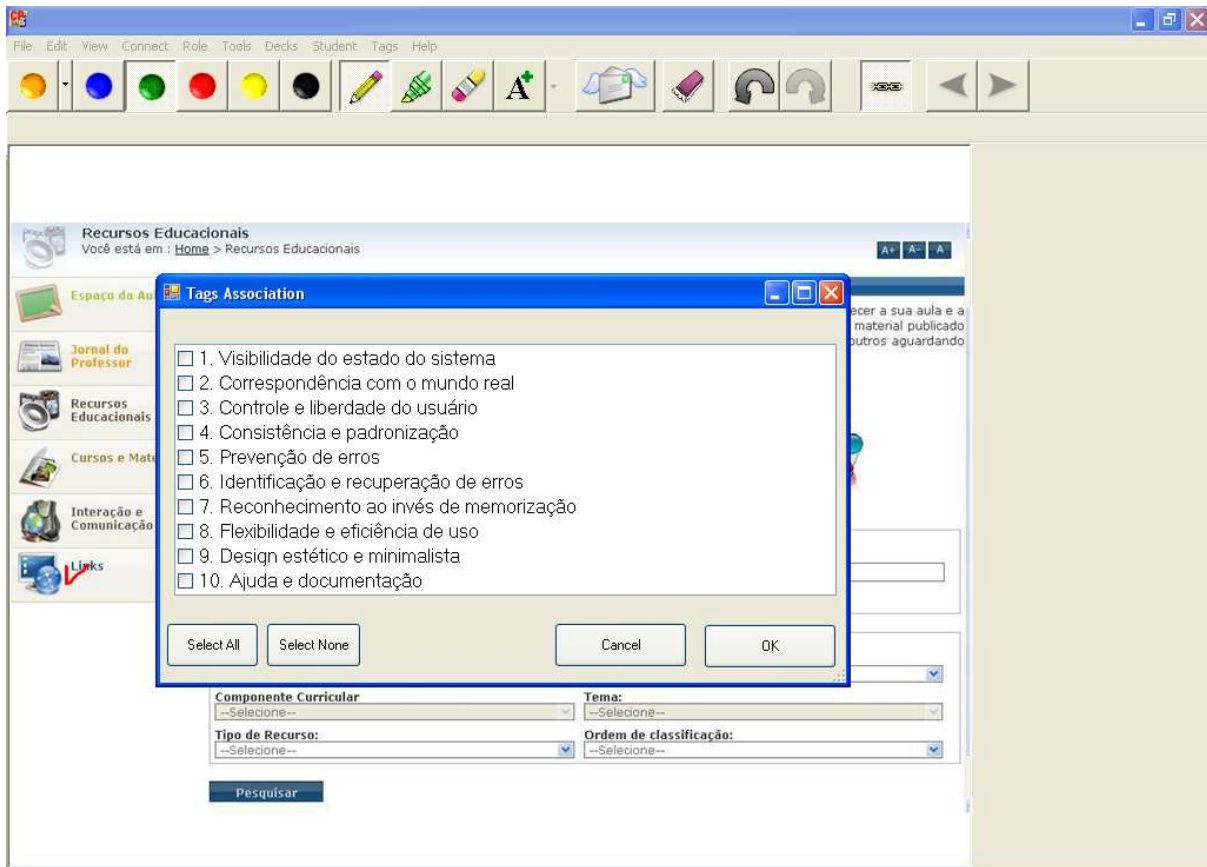


Figura 6.35. Associação de *tags* a uma marcação de tinta

Sendo o contexto da aplicação do protótipo voltado para tarefas de avaliações heurísticas, a tela de exibição de *tags* exibe deste modo as 10 heurísticas de usabilidade propostas por Nielsen [58]. Para outros contextos de uso, entretanto, outros grupos de *tags* poderiam estar presentes, sendo selecionadas deste modo por uma caixa de seleção disposta nessa mesma tela.

Foram adicionadas também as opções de seleção de todas as *tags* (“*Select All*”) e de seleção de nenhuma tag (“*Select None*”). Caixas de seleção também foram adicionadas ao lado esquerdo das heurísticas com o intuito de facilitar tanto a seleção quanto a identificação de quais elementos já foram selecionados pelo usuário.

As marcações associadas às *tags* também podem ser exibidas através de rótulos indicativos próximos a elas. A Figura 6.36 mostra a tela de um slide de submissão recebido pelo professor onde é possível identificar as heurísticas associadas pelo aluno às suas marcações no slide.



Figura 6.36. Exibição de *tags* associadas às marcações

Com o intuito de manter a compatibilidade com a interface original do Presenter, foi criado no menu principal um submenu denominado “*Tags*” com os seguintes itens:

- *Associate tags to new strokes*: Ativa ou desativa a associação de *tags* às marcações feitas pelos usuários.
- *Highlight tags*: Ativa ou desativa a visualização das *tags* associadas às marcações feitas pelos usuários.

- Use Tags to Compare Slides: Opção que permite ao professor indicar se quer usar as *tags* associadas às marcações de tinta durante a comparação de slides nos modos Grupos e Espiral. Esse processo é descrito com mais detalhes na seção 6.3.6.3 a seguir:

6.3.6.3) Uso de tags para comparação de slides

Caso a tarefa proposta pelo professor use o modelo de associação de *tags* às marcações feitas pelos alunos, o professor tem a opção de adicionar esse critério no processo de agrupamento e exibição dos slides nos modos de visualização Grupos e Espiral.

Para tanto, deve-se marcar no menu “*Tags*” a opção “*Use Tags to Compare Slides*”, conforme explicado na seção 6.3.5.2. O processo de comparação e exibição dos slides permanece similar ao original, tanto no modo de visualização Espiral (seção 6.3.4.5) como no de Grupos (seção 6.3.5.3), exceto que a comparação das marcações, conforme descrito na seção 6.3.4.6, passa a considerar não apenas as similaridades de localização, mas também a estrita semelhança das *tags* associadas às marcações.

Por exemplo, se dois alunos realizarem uma marcação de tinta no mesmo elemento de interface, mas associarem diferentes *tags* a esse elemento, o protótipo passa a considerar que essas marcações são distintas caso o professor selecione a opção de uso de *tags* na comparação de slides.

O professor pode, a qualquer momento, habilitar ou desabilitar essa opção, tendo reflexo imediato na disposição dos slides nos modos Grupos e Espiral. Essa flexibilidade é importante pois com ela o professor tem a opção de identificar quantos e quais alunos realizaram marcações na mesma posição mas associaram *tags* distintas. Isso pode ser um fator de estímulo debates e discussões em sala de aula envolvendo o tema abordado.

6.3.7) Menu de acesso aos modos de exibição

Seguindo-se o princípio de “Consistência” de Norman [59] e “Consistência e Padrões” de Nielsen [58], originalmente o professor tinha a opção de acesso aos modos de exibição Mapa da

Classe (seção 6.3.3), Espiral (seção 6.3.4) e Grupos (6.3.5), além do modo tradicional de visualização do Presenter, definido como “Normal”, apenas pelo menu de visualização de dados do Presenter, através da opção “*Visualization of the Submission Deck*”. A Figura 6.37 ilustra essa situação:

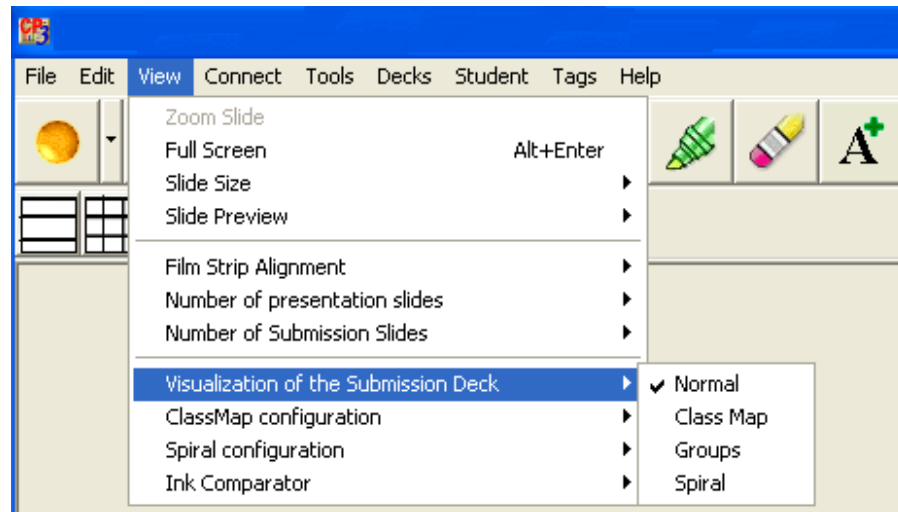


Figura 6.37. Menu de alteração dos modos de visualização

Através do modelo de prototipação rápida, o protótipo foi apresentado a um grupo de alunos e professores que apontaram como problemático esse acesso por ser um caminho longo e pouco eficiente e prático de ser feito. Isso é coerente com a heurística de “Flexibilidade e Eficiência de Uso” proposta por Nielsen [58], que afirma justamente que o sistema deve prover atalhos para auxiliar os usuários a realizarem as tarefas (principalmente as mais comuns) de maneira mais rápida e direta. No contexto de uso do protótipo isso é fundamental pois o professor tem, várias vezes durante a aula, a necessidade de mudar os modos de exibição, processo que deve ocorrer de forma rápida para não gerar perda de foco e interesse dos alunos.

Deste modo foi elaborado um conjunto de ícones com função de botões, que uma vez pressionados ativam o respectivo modo de visualização associados a eles. Conforme ilustrado na Figura 6.38 procurou-se desenvolver ícones que representassem da maneira mais direta possível a função por ele representada. Por exemplo, o modo Mapa da Classe é representado por uma matriz, o modo Grupos por um slide sobrepondo-se ao outro e o modo Espiral por uma Espiral.



Figura 6.38. Atalhos para a mudança de modos de visualização

Ainda, adequando-se à heurística de “Prevenção de Erros” de Nielsen [58], o botão equivalente ao modo de exibição selecionado no momento tem seu ícone “rebaixado”, indicando ao usuário que essa é a opção atualmente selecionada e que não faria sentido selecioná-la novamente.

6.4) Considerações

De acordo com a descrição apresentada, o protótipo possui basicamente um sistema de identificação dos alunos (que devem informar seu nome e localização em sala de aula) e modos de visualização das submissões dos alunos, como o Mapa da Classe, o modo Grupos e a Espiral.

O objetivo destes modos de visualização é permitir que o professor tenha o conhecimento de quais foram os alunos autores das submissões e também quais as similaridades e diferenças destas submissões com as demais e também com um gabarito proposto.

O professor tem a liberdade de utilizar esses modos de visualização na ordem que acreditar ser a melhor para o desenvolvimento das atividades. Por exemplo, pode identificar quais submissões são semelhantes entre si pelo modo Grupos, depois identificar a localização dos autores dessas submissões pelo modo Mapa da Classe e, baseado em uma discussão com os alunos sobre a resolução dessa atividade, elaborar junto com eles um gabarito consensual. Após isso ele pode utilizar o modo de visualização Espiral para comparar as respostas dos alunos com o gabarito elaborado na aula ou previamente definido.

Procurou-se, dessa forma, manter ao máximo a flexibilidade do professor na elaboração, aplicação e visualização das atividades dos alunos. Outra diretriz importante seguida foi a compatibilidade e consistência das implementações efetuadas com as já presentes na ferramenta Presenter, utilizada como suporte para a estrutura de rede e transmissão de slides.

O protótipo foi implementado na linguagem C# através do uso do framework Visual Studio 2005¹⁴, da Microsoft. Procurou-se modelar as classes seguindo os princípios da programação orientada a objetos, permitindo assim um fácil entendimento da estrutura e, se necessário, a fácil e rápida inclusão de novas classes e algoritmos, principalmente no que diz respeito ao processo de comparação de marcações e de slides. Os diagramas de sequência e de classes elaborados são descritos no Apêndice A desta dissertação.

¹⁴ <http://msdn.microsoft.com/pt-br/vstudio/default.aspx>

Capítulo 7

Avaliação e Testes

Neste capítulo são tratadas as avaliações e testes de usuários realizados com o intuito de validar a utilização do protótipo apresentado no Capítulo 6. De um modo geral, tem-se como objetivo validar se a proposta apresentada realmente cria um ambiente de aprendizado ativo, ampliando a interação entre alunos e professor, permitindo a integração e identificação das tarefas dos alunos no contexto da aula, e também proporcionando que o professor tenha consciência em tempo real do desempenho e dificuldades dos alunos durante a execução de atividades.

Para tanto, foram realizadas duas avaliações com dois grupos de usuários (alunos e professor) de turmas da disciplina “MC750 – Construção de Interfaces Homem-Computador” do Instituto de Computação da Unicamp no 2º semestre de 2008.

7.1) Objetivos

Conforme descrito no Capítulo 6, o protótipo foi construído com o intuito de permitir a realização de testes de Avaliação Heurística [58] em interfaces previamente definidas pelo professor.

Neste contexto, os objetivos principais destas avaliações são:

- Verificar se o protótipo apresentado permite a criação de um ambiente mais dinâmico e ativo dentro da sala de aula.
- Verificar se os alunos ficam mais estimulados e propensos a participar da aula.
- Verificar se o professor é capaz de identificar quais alunos são os autores das participações, possibilitando assim um retorno rápido e adequado aos alunos.
- Verificar se o processo de comparação e agrupamento das participações dos alunos representa ganho ao professor, permitindo que ele identifique e quantifique tanto o

desempenho geral dos alunos como também quais alunos tiveram desempenho diverso nas atividades.

- Verificar se os alunos conseguem identificar durante o uso do protótipo quais são suas atividades e também como elas estão posicionadas em relação à similaridade com a dos colegas.

7.2) Primeiro Teste

7.2.1) Participantes

O primeiro teste com usuários foi realizado por uma turma de alunos e professor (PED¹⁵) da disciplina de graduação “MC750 – Construção de Interfaces Homem-Computador” do Instituto de Computação da Unicamp. Os alunos e professor já possuíam familiaridade prévia com Tablets PCs, usados anteriormente na disciplina como ferramenta de apoio à aula.

Tanto alunos quanto professor seguiram um cronograma distinto de tarefas (respectivamente seções C.2 e C.3 do Apêndice C), que foram executadas através do uso do protótipo desenvolvido e de um deck específico de slides (seção C.1 do Apêndice C).

O papel de usuário do protótipo foi exercido por 9 alunos, e 8 alunos exerceram o papel de avaliador da atividade. No momento de realização da avaliação do protótipo os alunos sentaram-se em duplas em sala de aula, sendo que apenas os alunos denominados usuários tinham acesso aos Tablet PCs e às folhas com a descrição das tarefas. Já os alunos denominados avaliadores deveriam analisar os usuários e anotar métricas específicas sobre as tarefas realizadas, como horário de início e final, dificuldades e erros encontrados, número de submissões de slides e número de participações em voz alta realizadas durante a aula, conforme formulário disponível no Apêndice C, seção C.4.

¹⁵ Programa de Estágio Docente da Unicamp, onde alunos da pós-graduação auxiliam professores em determinadas disciplinas da Universidade

7.2.2) Desenvolvimento

A validação do protótipo foi dividida em 4 tarefas distintas, cada uma com objetivos específicos tanto para os alunos quanto para o professor.

As tarefas 1 e 2 foram elaboradas com o intuito de verificar se os alunos entenderam o processo e informaram corretamente sua localização em sala de aula, além de verificar se o professor é capaz de usar essa localização, através do Mapa da Classe ou miniaturas, para identificar quais são os alunos autores das submissões.

Já as tarefas 3 e 4 são exercícios de avaliação heurística, onde os alunos marcam as posições onde acreditam existir violações às heurísticas de usabilidade propostas por Nielsen [58]. Nestas tarefas o professor se utiliza dos modos de visualização Grupos e Espiral para agrupar as atividades dos alunos de acordo com suas similaridades e também com a proximidade delas em relação a um gabarito pré-definido.

Pela natureza síncrona do protótipo, onde as ações dos alunos dependem das do professor (e vice-versa) as tarefas, passos e objetivos propostos são distintos para os alunos e para o professor, conforme descrito a seguir:

7.2.2.1) Tarefa 1 – Acesso e identificação na ferramenta

Antes dos alunos chegarem à aula o professor iniciou o protótipo e abriu nele uma apresentação previamente definida, conforme consta no Apêndice C.1. Também foi apresentado ao professor o modelo do teste de usuário, bem como os documentos com a descrição das tarefas que seriam executadas tanto pelos alunos (Apêndice C.2) quanto pelo professor (Apêndice C.3).

Seguindo esta proposta, o professor analisou a interface do site que seria utilizado para a avaliação heurística das tarefas 3 e 4, elaborando o gabarito destas atividades.

A Figura 7.1 mostra o gabarito desenvolvido pelo professor, onde foram marcadas e associadas *tags* a 3 regiões distintas da interface.

- **Gabarito**

Figura 7.1. Gabarito elaborado pelo professor para as atividades 3 e 4

Outro objetivo desta tarefa foi a identificação dos alunos no protótipo. Para tanto, o passo seguinte foi a explicação fornecida pelo professor sobre como seria feita a divisão virtual da classe em linhas e colunas. Por sua vez, os alunos digitaram na tela inicial do protótipo os dados que corresponderiam à sua localização (linha e coluna) como ilustra a Figura 7.2.

Figura 7.2. Aluno informa seu nome e localização (linha/coluna) na classe¹⁶

¹⁶ Os nomes dos alunos que aparecem no decorrer deste Capítulo são nomes fictícios, não correspondendo aos nomes reais dos alunos presentes nos testes.

Após informarem nome e localização, os alunos selecionaram a apresentação e se conectaram à ela, visualizando o primeiro dos slides da aula, conforme mostra a Figura 7.3.

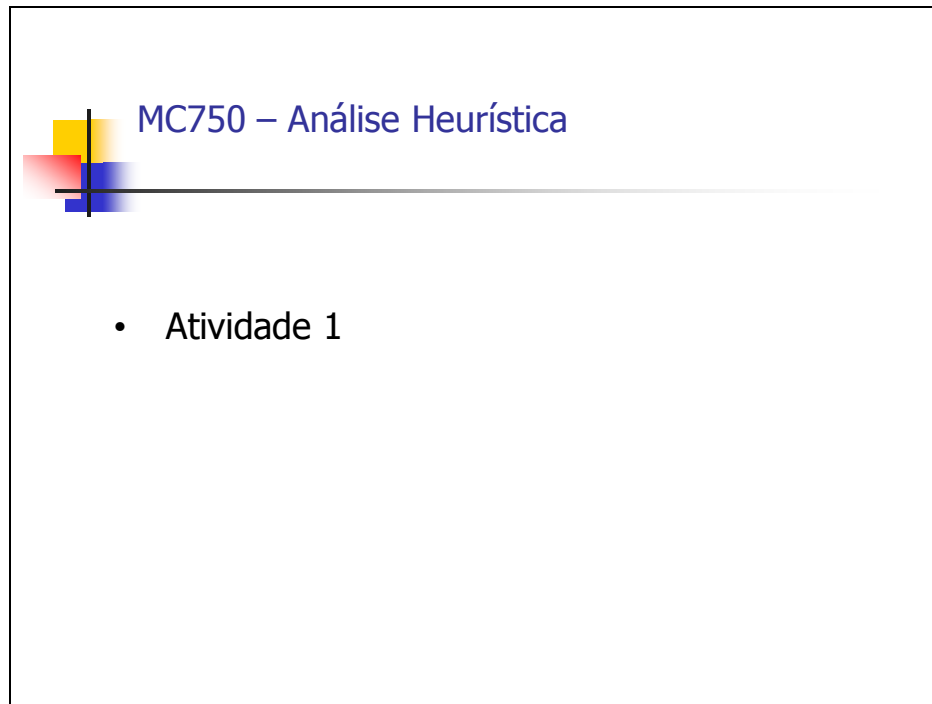


Figura 7.3. Slide correspondente à tarefa 1 do teste de usuários

A visualização do slide da Atividade 1 serviu também para identificar se os alunos estavam conectados corretamente à apresentação do professor. Caso não fosse possível a determinado aluno identificar o slide inicial da aula, provavelmente a ferramenta Presenter estaria com algum erro de conexão, ocasionada por algum problema interno ou externo de infra-estrutura, como instabilidade da rede. No caso deste teste, não houve problemas e todos os alunos conseguiram se conectar corretamente à aula.

7.2.2.2) Tarefa 2 – Verificação da localização pelo Mapa da Classe

Nesta segunda atividade os alunos escreveram seu nome no slide exibido (conforme Figura 7.4) e submeteram essa informação ao professor.

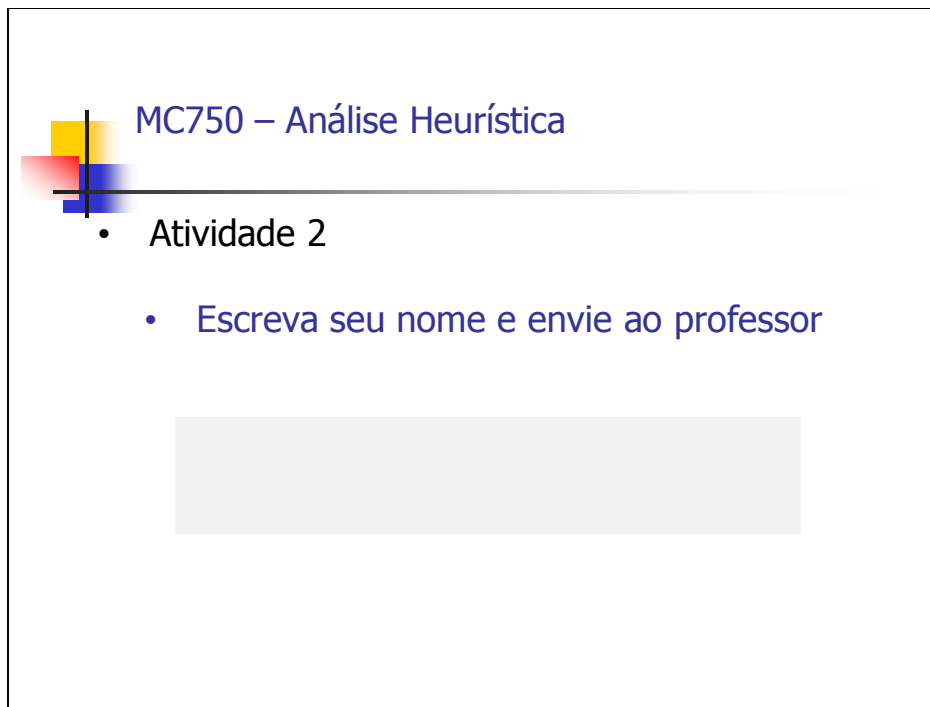


Figura 7.4. Slide relativo à tarefa 2 do teste de usuários

Após isso o professor exibiu o Mapa da Classe onde constavam os slides submetidos pelos alunos em suas respectivas localizações, conforme é ilustrado na Figura 7.5.

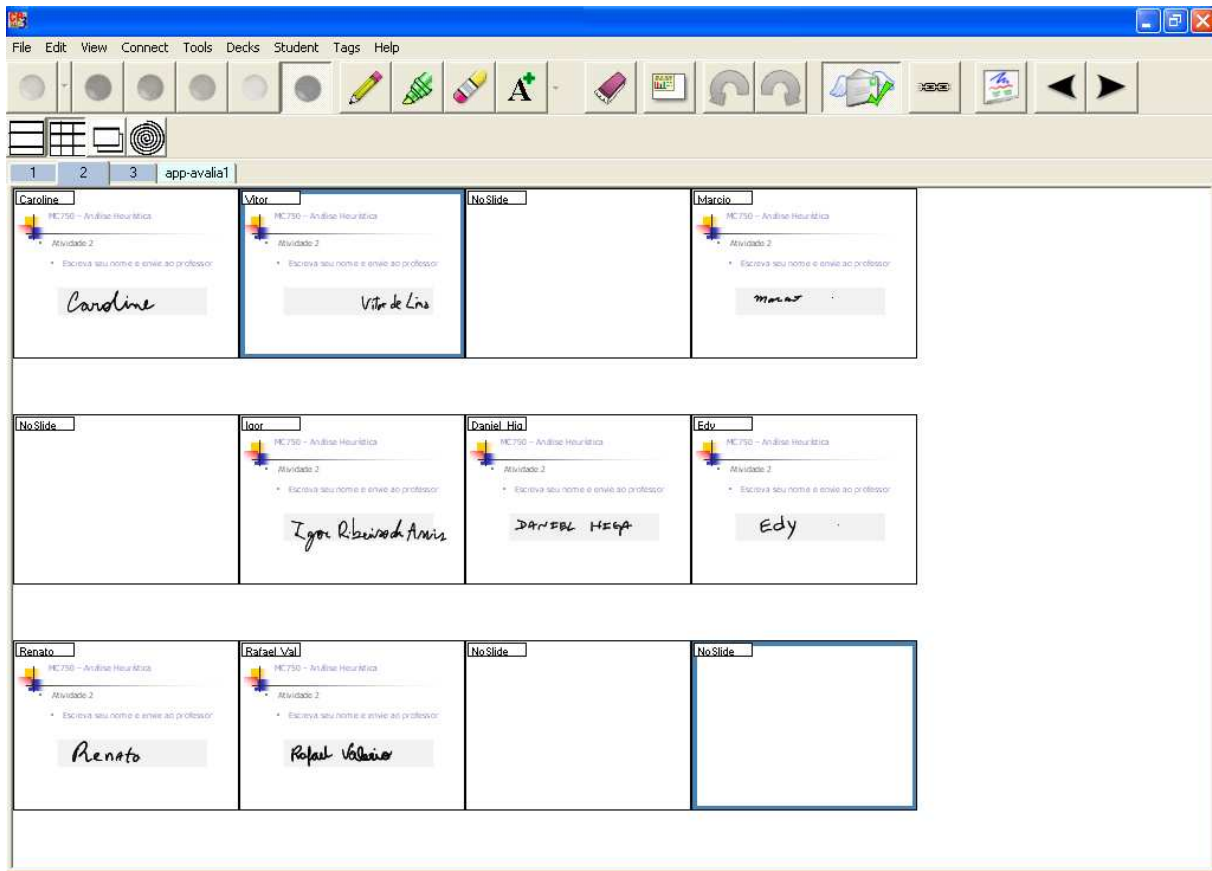


Figura 7.5. Mapa da Classe relativo à tarefa 2 do teste de usuários

O objetivo do teste foi verificar se é possível ao professor identificar precisamente qual o nome e localização do aluno autor da submissão. Para tanto, o passo seguinte do professor nesta tarefa foi a escolha aleatória de um slide no Mapa da Classe. Após isso o professor se dirigiu pessoalmente ao aluno que ele acreditava ser o autor do slide, confirmando com ele se aquela inferência realmente procedia. No caso do teste efetuado, o professor escolheu o slide do aluno Igor e perguntou ao aluno sentando na linha 2, coluna 2 da classe se o seu nome era Igor e se o slide exibido no Mapa da Classe naquela posição correspondia ao slide submetido por ele.

Aos alunos o objetivo da tarefa foi o de verificar se é possível a identificação e visualização tanto de suas submissões quanto a de seus colegas no Mapa da Classe. Caso eles não identificassem sua submissão, ou caso sua submissão estivesse em uma posição incorreta, os alunos deveriam identificar e acionar no protótipo a opção de alteração da localização e refazer a tarefa número 2

(no caso, para melhor controle esta situação foi definida como “Tarefa2-Extra”). No caso deste teste, a “Tarefa2-Extra” não precisou ser executada.

7.2.2.3) Tarefa 3 – Avaliação Heurística

Na tarefa 3 os alunos foram instruídos a realizar uma análise de usabilidade de uma página de busca de um site de educação, o Portal do Professor¹⁷ (ver Figura 7.6), seguindo os princípios de avaliação heurística definidos por Nielsen [58]. Nesse contexto os alunos já estavam familiarizados com o conceito de análise heurística e também com a interface e usuário do site, utilizado como referência a ferramentas educacionais durante as aulas.

• Atividade 3

The screenshot displays the 'Recursos Educacionais' (Educational Resources) page. On the left is a sidebar with navigation links: Espaço da Aula, Jornal do Professor, Recursos Educacionais, Cursos e Materiais, Interação e Comunicação, and Links. The main content area has a header with the site name and a description of the resource repository. Below this is a section titled 'Recursos Educacionais' with a sub-header 'Áudio' and a row of icons representing various media types. A search bar is present with a 'Buscar' button. Below the search bar is a 'Seleção para buscar' (Selection for search) section containing several dropdown menus for filtering results: 'Nível de Ensino' (Education Level), 'Modalidade' (Modality), 'Componente Curricular' (Curricular Component), 'Tema' (Theme), 'Tipo de Recurso' (Resource Type), and 'Ordem de classificação' (Classification Order). A 'Pesquisar' (Search) button is located at the bottom of the filter section.

Figura 7.6. Slide relativo à atividade 3 do teste de usuários

A Figura 7.7 mostra um exemplo de avaliação heurística feita por um aluno:

¹⁷ Endereço: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br>

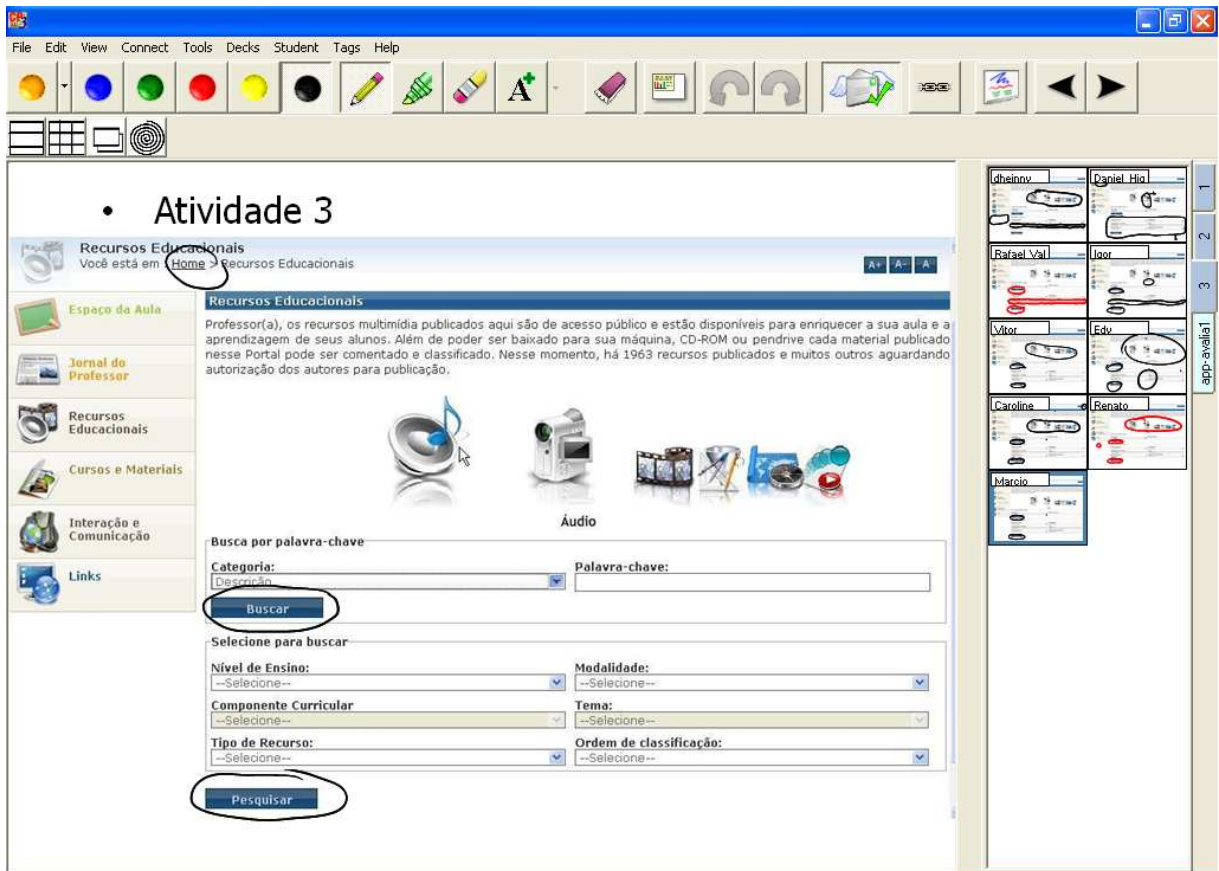


Figura 7.7. Exemplo de avaliação heurística realizado durante a tarefa 3

Após realizarem as marcações, os alunos submeteram as análises ao professor. Este, por sua vez, utilizou o modo de visualização Grupos para agrupar e comentar respostas similares. Conforme mostrado na Figura 7.8, como todas as submissões dos alunos foram distintas entre si, não houve agrupamento de respostas similares neste modo de visualização.

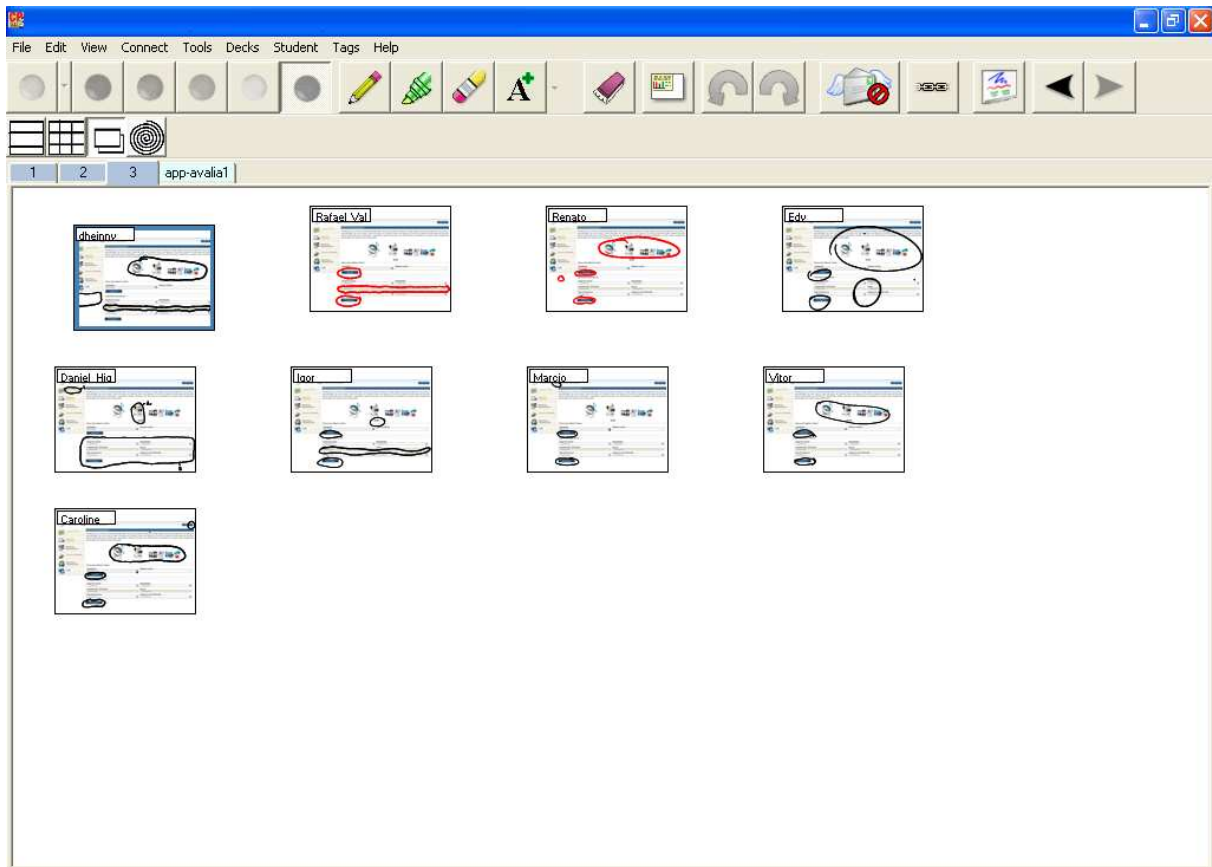


Figura 7.8. Agrupamento dos slides realizado pelo professor durante a tarefa 3

O professor também utilizou o modo de visualização em Espiral para comparar as avaliações heurísticas dos alunos com o gabarito elaborado previamente por ele antes da aula (ver Figura 7.1). A Figura 7.9 mostra a Espiral com os slides exibida aos alunos:

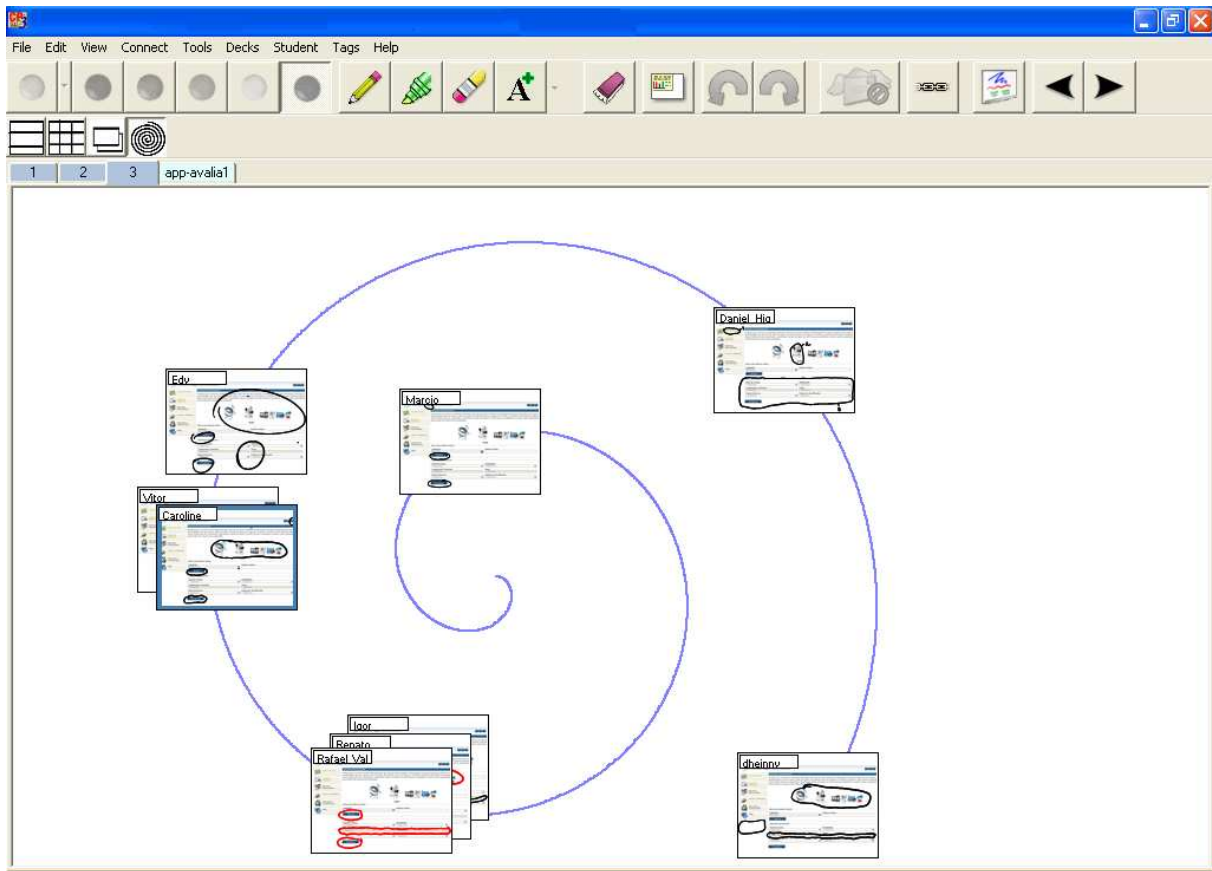


Figura 7.9. Exibição dos slides em Espiral durante a tarefa 3

O objetivo desta tarefa foi verificar se o agrupamento dos slides nos modos de visualização Grupos e Espiral facilitam de alguma forma a avaliação e quantificação por parte do professor do desempenho da classe e também se esse modelo permite ao professor dar um retorno específico aos alunos sobre seu desempenho na atividade.

Já em relação aos alunos o objetivo foi identificar se eles conseguiriam visualizar e ter um retorno do professor sobre sua participação, bem como também localizá-la e compará-la em relação ao desempenho dos demais alunos.

7.2.2.4) Tarefa 4 – Avaliação Heurística com Tags

O objetivo da tarefa 4 foi verificar se a associação de *tags* às marcações auxilia o professor na visualização e análise das atividades. Para isso, similarmente à tarefa 3 os alunos foram

instruídos a realizar marcações no slide, mas desta vez indicando e associando heurísticas a essas tintas.

A Figura 7.10 mostra um exemplo de uma análise heurística feita por um aluno no slide da atividade. Cada uma das 3 marcações feitas pelo aluno tem uma determinada tag associada a ela.

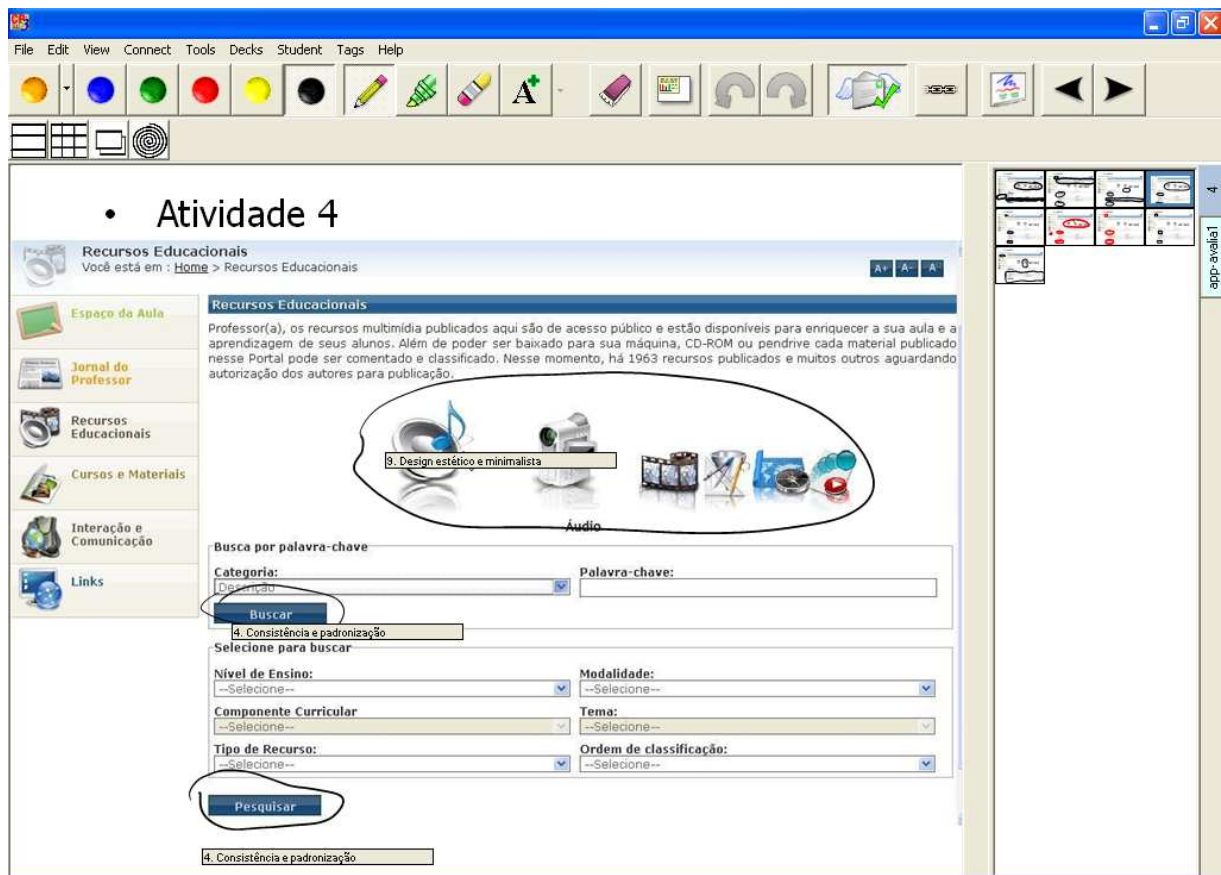


Figura 7.10. Exemplo de avaliação heurística com associação de *tags* realizado durante a tarefa 4

Após a realização das submissões o professor percorreu os slides recebidos, comentando as marcações e *tags* heurísticas associadas aos slides. O professor também acionou o modo de exibição por Grupos para agrupar slides com marcações e *tags* similares, conforme mostrado na Figura 7.11.

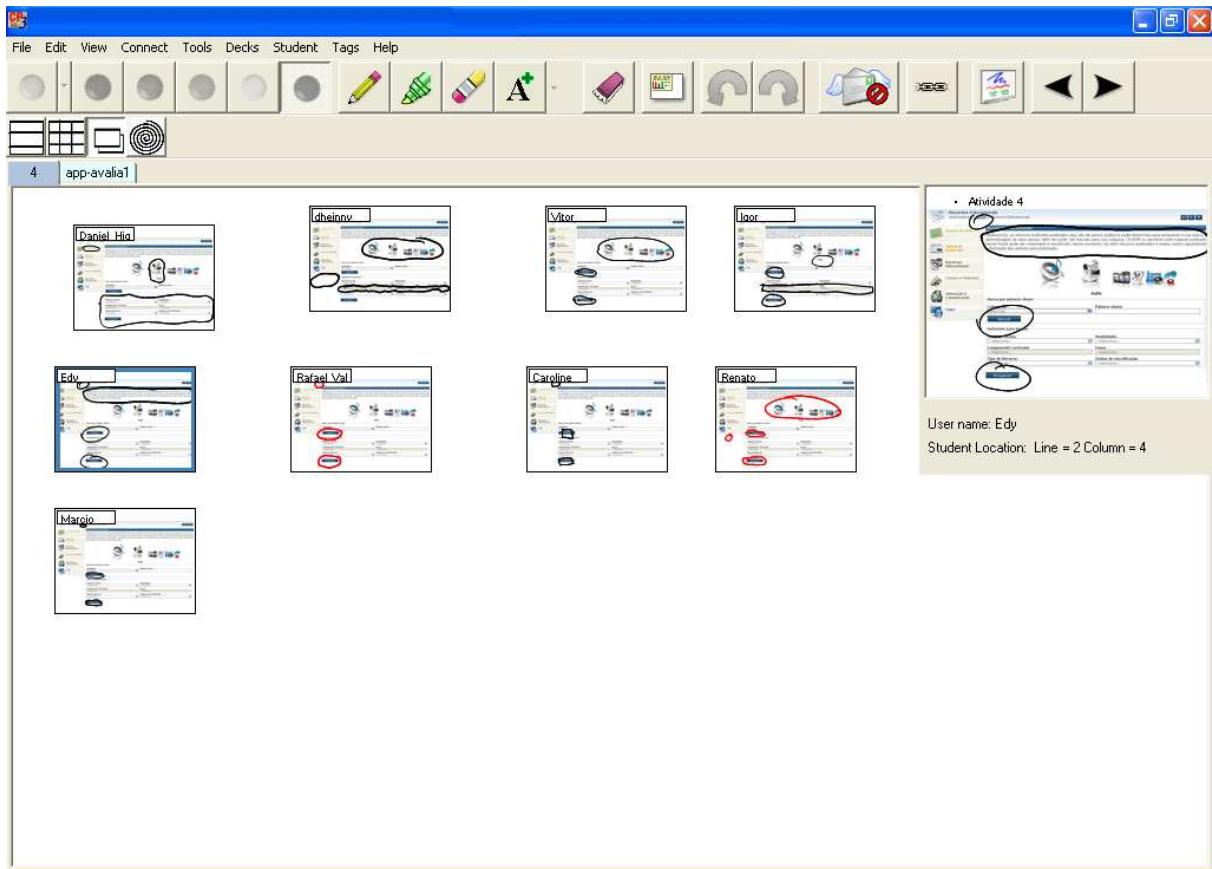


Figura 7.11. Agrupamento dos slides realizado pelo professor durante a tarefa 4

Outro passo realizado pelo professor foi o uso do modo de exibição em Espiral para comparar as atividades em relação ao gabarito desenvolvido na tarefa 1 (ver Figura 7.1). A Figura 7.12 mostra a exibição da Espiral com os slides:

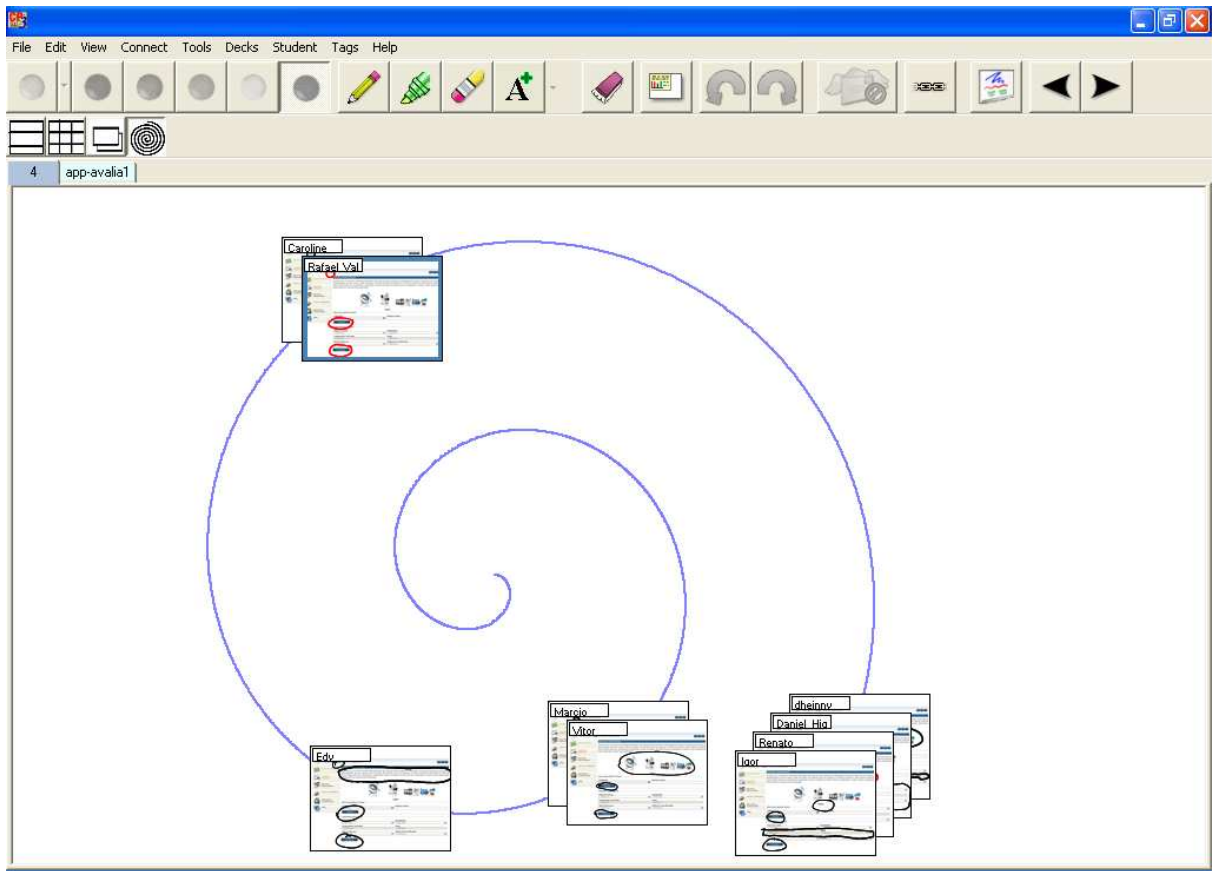


Figura 7.12. Exibição dos slides em Espiral durante a tarefa 4

Conforme ilustrado nas figuras 7.11 e 7.12, o professor fez uso da possibilidade de exibição da miniatura do slide no canto superior direito tanto para comentá-lo com mais exatidão quanto para consultar o nome e localização do aluno em sala de aula. Essa funcionalidade foi utilizada tanto na tarefa 3 quanto na tarefa 4.

7.2.3) Resultado do primeiro teste

Baseado nos questionários de execução de tarefas executadas pelos usuários (ver Apêndice C.2 e C.3) e nas medições feitas pelos avaliadores (ver Apêndice C.4) foi feita uma análise em relação à execução deste primeiro teste.

A Tabela 7.1 indica, para cada tarefa, se ela foi completada com sucesso pelos usuários (professor e alunos), seu tempo médio de execução, a média de submissões de slides e a média de interações em voz alta feita por cada aluno.

Tarefa	Completada pelo professor	Completada pelos alunos	Tempo médio de execução	Média de submissões de slides por aluno	Média de interação em voz alta por aluno
1	Sim	Todos	3min e 17s	0	0,25
2	Sim	Todos	1min e 52s	1	0,25
3	Sim	Todos	14min e 15s	2,16	1,12
4	Sim	Todos	10min e 22s	1,12	1,12

Tabela 7.1. Resultado geral das tarefas executadas

No caso, como esperado, todas as tarefas foram completadas com sucesso, sendo as tarefas 3 e 4 (de avaliação heurística), mais complexas, com maior tempo de duração e maior quantidade de interações, tanto por meio da ferramenta (submissões de slides) como por interações feitas em voz alta pelos alunos. Ainda, também como previsto, a tarefa 4 foi executada em um tempo inferior ao da tarefa 3, já que os usuários já estavam mais familiarizados com os procedimentos do teste e com o uso da ferramenta.

Já a Figura 7.13 mostra a resposta à afirmação feita aos usuários alunos: “Você obteve retorno do professor em relação à sua avaliação heurística”, medida em relação às tarefas 3 e 4. O resultado demonstra que o *feedback* individual dado pelo professor foi positivo em ambas as tarefas. Ainda, durante o teste, um aluno chegou atrasado e participou apenas da tarefa 4, demonstrando a flexibilidade da ferramenta em permitir a conexão e participação do aluno sem a necessidade de interrupção da aula.

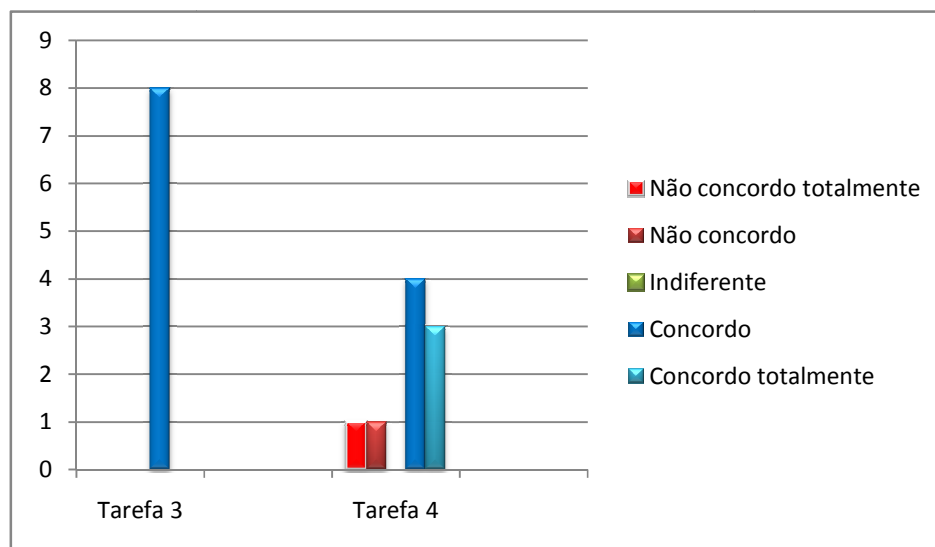


Figura 7.13. Opinião dos alunos em relação ao retorno fornecido pelo professor

Similarmente, a Figura 7.14 mostra a resposta dos alunos em relação à afirmação “Foi possível comparar sua avaliação heurística com a dos seus colegas”. Os resultados, também como esperado, são positivos, mostrando a validade da ferramenta em permitir a inserção do material dos alunos na sala de aula.

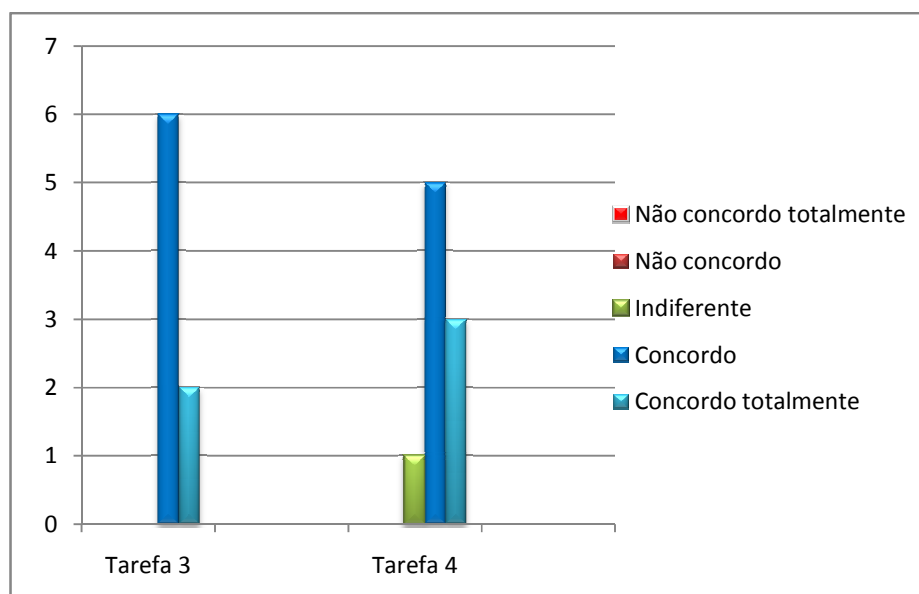


Figura 7.14. Opinião dos alunos em relação à possibilidade de comparação de suas atividades com a dos colegas.

Em relação ao professor, na tarefa 2 ele respondeu “Sim” à pergunta: “Você consegue identificar quais e quantos alunos enviaram submissão?”. Ainda nesta tarefa verificou-se que o professor é capaz de, com o uso do Mapa da Classe, identificar fisicamente na sala de aula a posição onde determinado aluno está sentado.

Já a Tabela 7.2 mostra a resposta do professor à afirmação “Você consegue visualizar corretamente as submissões dos alunos?”, em relação aos modos Grupos e Espiral das tarefas 3 e 4.

Tarefa	Modo de visualização Grupos	Modo de visualização Espiral
3	Sim	Sim
4	Sim	Sim

Tabela 7.2. Respostas do professor sobre a visualização correta das submissões dos alunos

Ainda em relação às tarefas 3 e 4, a Tabela 7.3 mostra como o professor respondeu à afirmação “O agrupamento das submissões ajudou a quantificar o desempenho dos alunos nesta atividade”

de acordo com os modos de visualização Grupos e Espiral. Para ambas as tarefas é possível identificar que, ao contrário do modo Espiral, o modo Grupos não atendeu às expectativas das tarefas.

Tarefa	Modo de visualização	Resposta do Professor
3	Grupos	Indiferente
3	Espiral	Concordo Totalmente
4	Grupos	Indiferente
4	Espiral	Concordo Totalmente

Tabela 7.3. Respostas do professor sobre o papel que o agrupamento das submissões pode ter no auxílio da quantificação do desempenho dos alunos

Já a Tabela 7.4 mostra a resposta do professor à afirmação: “O agrupamento das submissões permitiu dar um retorno específico aos alunos nesta atividade”. Como esperado, a resposta do professor foi positiva em todos os itens:

Tarefa	Modo de visualização	Resposta do Professor
3	Grupos	Concordo Totalmente
3	Espiral	Concordo Totalmente
4	Grupos	Concordo Totalmente
4	Espiral	Concordo Totalmente

Tabela 7.4. Respostas do professor sobre a importância do agrupamento das submissões no retorno dado aos alunos

Já aos alunos foi perguntado se eles obtiveram um retorno da ferramenta indicando que sua submissão foi enviada com sucesso, bem como se foi possível visualizar essa submissão no projetor durante a execução das tarefas. A Tabela 7.5 mostra os resultados:

Tarefa	Obteve retorno indicando que o slide foi submetido ao professor	Conseguiu visualizar no projetor o slide submetido
3	Todos os alunos	Todos os alunos
4	Todos os alunos	Todos os alunos

Tabela 7.5. Respostas dos alunos sobre o retorno de envio de sua submissão e sobre a visualização do slide submetido durante a execução das tarefas

Ainda, a Tabela 7.6 mostra a avaliação do professor em relação à tarefa 4, mais precisamente se o uso de *tags* auxiliou na avaliação das atividades (tarefa 4, passo 4, itens 1 e 2). Como esperado, os resultados foram positivos:

Tarefa	Conseguiu visualizar as <i>tags</i> associadas às marcações?	A visualização das <i>tags</i> ajudou na avaliação das atividades
4	Sim	Concordo

Tabela 7.6. Avaliação do professor em relação ao uso de *tags* na tarefa 4

Por fim, a Tabela 7.7 mostra um resumo dos comentários feitos pelos avaliadores dos usuários alunos em relação às dificuldades e experiências anotadas durante a execução das tarefas:

Tarefa	Comentários
1	Uma vez conectado, o usuário não consegue ver qual nome ele colocou na tela de <i>login</i> .
2	Slide não especificava se o nome deveria ser escrito com o teclado ou com a caneta. Escrita é mais lenta com a caneta do que com o teclado.
3	Alunos fizeram marcações que não podem ser “compreendidas” pela aplicação, como flechas e símbolos, inviabilizando assim a comparação dos slides. Slides foram submetidos novamente, desta vez sem as marcações não solicitadas.
4	Dificuldade para associar <i>tags</i> , já que as caixas de associação são muito pequenas. Confusão com o cursor “girando”, associando erroneamente a tarefa ao modo de processamento (e espera) do Windows. Inviabilidade de troca de <i>tag</i> associada a uma marcação.

Tabela 7.7. Resumo dos comentários feitos pelos avaliadores dos alunos

7.2.4) Satisfação dos usuários no primeiro teste

Os usuários (professor e alunos) preencheram após o teste questionários de satisfação (ver Apêndices C.4 e C.5) sobre sua experiência com o uso do protótipo. Os questionários foram elaborados de modo a tentar isolar e avaliar apenas as características inerentes ao protótipo, desconsiderando-se assim as originais do Presenter, usado como suporte à implementação.

Entretanto, mesmo dessa forma alguns alunos relataram impressões de satisfação associadas a características inerentes do Presenter, como a marcação de tinta e o ícone de submissão de slides. Nessa situação, esses comentários foram ignorados para não influenciarem o resultado do teste de satisfação do protótipo, descrito nas seções a seguir e separado por impressões do professor e dos alunos:

7.2.4.1) Professor

1. Independentemente da ferramenta utilizada, você acredita que foi capaz de comentar e dar um retorno das atividades aos alunos?

- “Sim, a ferramenta me auxiliou a dar um feedback para os alunos durante execução da atividade”

2. Pontos Positivos levantados:

- “Os modos de visualização auxiliam o professor a tornar a aula mais dinâmica e produtiva. As funcionalidades de associação de *tags* e análise por gabarito permitem ao professor verificar o desempenho da turma com mais facilidade. Esses recursos facilitam bastante o trabalho do professor”

3. Pontos Negativos levantados:

- “A comparação por similaridade no modo Grupos não agrupou slides que aparentemente estavam similares. Talvez a precisão da comparação, mesmo em 10%, esteja alta. Algumas *tags* associadas não apareceram na visualização. Pequenas melhorias na interface poderiam ser realizadas após uma avaliação heurística”

4. Comentários Gerais:

- “Como professor eu usei uma versão anterior do Presenter sem os recursos implementados (modos de visualizações, *tags*, gabarito, identificação espacial, sobreposição de slides etc.) e essa versão com os recursos torna o trabalho do professor mais fácil, auxilia na dinâmica e organização da aula e torna a participação dos alunos mais relevantes por permitir ao professor ‘ler’ melhor as contribuições e dar um feedback mais adequado e eficiente”

7.2.4.2) Alunos

1. Independentemente da tarefa realizada, você acredita que o professor foi capaz de comentar e dar um retorno sobre suas atividades?
 - Todos os alunos respondentes afirmaram que “**sim**”. Os comentários subseqüentes a esta afirmação foram:
 - “Na hora de agrupar por similaridade o trabalho dos alunos o agrupamento não ocorreu. Porém para colocar em Espiral a ferramenta se comportou adequadamente”
 - “Algumas atividades de alguns alunos não foram avaliadas devido ao tempo”
 - “Professor conseguiu expor muito bem e de forma clara os seus comentários”
 - “Comparações das respostas não funcionam satisfatoriamente”
2. Independentemente da tarefa realizada, você acredita que foi capaz de acompanhar o desempenho dos seus colegas na atividade?
 - Todos os alunos respondentes afirmaram que “**sim**”. Os comentários subseqüentes a esta afirmação foram:
 - Principalmente por causa dos *thumbnails* que apareceram contendo todas as respostas da sala”

3. Na sua avaliação, quais os pontos negativos da ferramenta?

Os principais pontos negativos apresentados pelos alunos podem ser agrupados de acordo com a Tabela 7.8:

Módulo	Problemas
Geral	Demora no processamento de transições entre os modos de visualização
	Melhorar critérios para classificação (ignorar pequenos pontos e marcações feitos por acidente)
	Métodos de agrupamento e avaliação são imprecisos
	Muitos itens no menu que poderiam ser suprimidos
Espiral	Funcionalidade é pouco flexível, pois apenas o gabarito é determinado como resultado correto
	O professor fez um gabarito incompleto, o que fez com que um leve erro de usuário o classificasse no final da Espiral. Um erro muito pequeno gerou muitos descontos
Grupos	Agrupamento não preciso das atividades
Associação de tags	Difícil marcar as caixas de seleção usando a caneta
	Não é possível alterar a tag associada a uma marcação

Tabela 7.8. Pontos negativos apresentados pelos alunos

4. Na sua avaliação, quais os pontos positivos da ferramenta?

Os principais pontos positivos da ferramenta podem ser listados em três categorias, conforme apresentado na Tabela 7.9:

Categoria	Pontos Positivos
Geral	Interface agradável, intuitiva, fácil de utilizar e com muitos recursos.
	Software não apresentou nenhum <i>bug</i> evidente
Interação e participação	Facilita muito a integração entre o professor e os alunos, estimulando a participação em aula.
	A interação entre os alunos, que podem comparar suas atividades, além do <i>rating</i> gerado pela comparação com o gabarito.
	A ferramenta torna a aula extremamente interativa e ágil, facilitando o aprendizado
Avaliação	Todos visualizam os slides. A aula é bem cadenciada
	O agrupamento por Espiral é de fácil visualização.
	A agilidade na avaliação feita pelo professor.
	Agrupar rapidamente as atividades semelhantes, dando dinamismo à correção.
	Fácil comparação entre todas as submissões.

Tabela 7.9. Pontos positivos apresentados pelos alunos

7.2.5) Considerações sobre o primeiro teste

Este primeiro teste formal com usuários permitiu coletar dados e opiniões dos usuários em relação ao uso do protótipo em uma sala de aula real. Foram detectados alguns problemas gerais de usabilidade, já esperados devido à construção do protótipo ter sido feita sobre a estrutura já existente da ferramenta Presenter, preservada com o intuito de manterem-se os princípios de compatibilidade, consistência e padronização. Esses problemas, entretanto, foram mínimos e não comprometeram a realização das tarefas e a validação do protótipo.

Um problema interessante detectado foi a insatisfação tanto dos alunos quanto do professor com o modo de visualização Grupos. Conforme pode ser visto nas figuras 7.8 e 7.11, ao contrário da expectativa dos usuários, em nenhuma das vezes em que foi utilizado o modo Grupos agrupou mais de um slide em um mesmo grupo. Isso ocorreu pois o agrupamento apenas acontece se os slides forem estritamente iguais, ou seja, se tiverem estritamente as mesmas marcações e *tags* associadas, conforme explicado na seção 6.3.5.

No caso da atividade 3 (Figura 7.8) não houve agrupamento pois todos os slides submetidos pelos alunos eram distintos entre si. No caso da atividade 4 (Figura 7.11), 3 alunos fizeram marcações exatamente nas mesmas posições, mas associaram heurísticas distintas a elas. Caso o professor quisesse, poderia ter comentado esse fato com os alunos e desmarcado no protótipo a opção de usar *tags* para comparar slides.

Nessa situação, o agrupamento dos slides consideraria os 3 slides como semelhantes, agrupando-os conforme mostrado pela Figura 7.15.

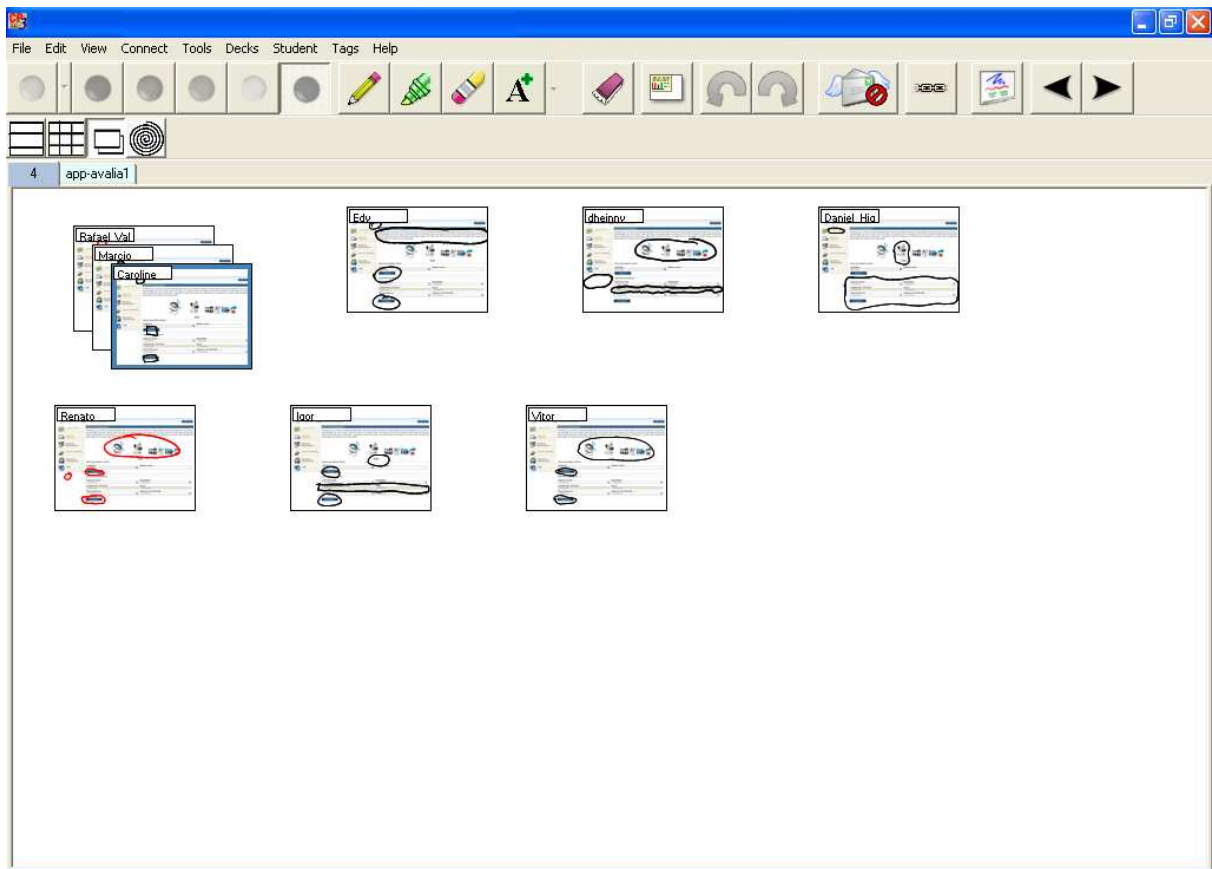


Figura 7.15. Exibição do modo Grupos sem considerar-se as *tags* associadas às marcações

Deste modo a aparente insatisfação dos usuários com o modo Grupos pode ser atribuída à falta de experiência e familiaridade do professor no uso do protótipo. Por outro lado, sugestões dos usuários como “pequenos pontos devem ser desconsiderados nas comparações” são válidas, não apenas para o modo Grupos mas também para o Espiral, já que em alguns casos marcações

imperceptíveis feitas acidentalmente poderiam comprometer o agrupamento dos slides. Assim, conforme descrito na seção de trabalhos futuros (seção 8.1) seria interessante um aprimoramento no processo de comparação de slides, que poderia utilizar algoritmos de processamento de imagens para agrupar os slides de maneira mais precisa.

Pelas medições e questionários preenchidos, é possível determinar que foi criado um ambiente de aprendizado ativo, cujas principais características observadas são apresentadas nas subseções a seguir:

7.2.5.1) Identificação dos alunos e aumento da interatividade

Para medir se houve avanços na interatividade, acompanhou-se uma aula anterior da disciplina onde não foi feito uso de Tablets PCs. Durante esta aula, com 2 horas de duração e presença de 22 alunos, houve tomada de iniciativa de interação com o professor (fazer perguntas, comentários, dúvidas, etc) apenas 4 vezes no total (média de 0,18 por aluno), sendo que 3 dessas interações foram provenientes de um mesmo aluno.

Já neste teste com usuários, com duração aproximada de 1 hora, os observadores registraram um significativo incremento de interação nas tarefas 3 e 4, de avaliação heurística de uma interface, conforme mostrado na Tabela 7.1.

Interessante notar que todos os alunos interagiram e participaram, não ficando restrita a interação apenas a poucos indivíduos mais comunicativos. Outro aspecto identificado, a respeito da questão da identificação, foi que nenhum dos alunos citou como negativo o fato de suas submissões não serem anônimas, sendo que, ao contrário, consideraram sua identificação e também a dos colegas um elemento positivo para o desenvolvimento das atividades.

Além disso, para o professor também ficou mais fácil interagir e fornecer um retorno aos alunos, já que ele tinha a informação do nome e localização dos autores das submissões através do modo Mapa da Classe e das miniaturas dos slides presentes em todos os modos de visualização. Os modos Grupo e Espiral permitiram a ele comparar e avaliar as submissões dos alunos (ver seção

7.2.5.2), dando a possibilidade de um retorno específico e em tempo real aos autores das contribuições.

7.2.5.2) Agrupamento, consolidação e exibição das submissões

Os modos de visualização Mapa da Classe, Grupos e Espiral foram importantes para permitir que as tarefas dos usuários fossem incluídas na aula, podendo ser comparadas entre si e também comparadas em relação a um gabarito previamente elaborado pelo professor. Apesar dos comentários e sugestões para refinamento desta precisão (principalmente no modo Grupos) a avaliação dos usuários foi positiva, tendo os alunos afirmado que conseguiram comparar suas atividades com as dos colegas, obtendo também um retorno específico do professor sobre elas.

Já o professor afirmou que foi possível visualizar e quantificar as submissões dos alunos (exceto no modo Grupos, conforme comentado na seção 7.1.6), bem como dar um retorno específico aos alunos sobre suas contribuições. A associação das *tags* de heurísticas às marcações também foi importante na avaliação do desempenho da classe nas atividades.

De um modo geral, tanto alunos como o professor afirmaram que o uso do protótipo permitiu a construção de uma aula mais dinâmica e participativa.

7.3) Segundo Teste

7.3.1) Participantes

O segundo teste com usuários foi realizado pela turma B de alunos e professor (PED) da disciplina de graduação “MC750 – Construção de Interfaces Homem-Computador” do Instituto de Computação da Unicamp (tanto os alunos quanto o professor são distintos dos participantes do primeiro teste). Os alunos já possuíam familiaridade prévia com Tablets PCs, usados anteriormente na disciplina como ferramenta de apoio à aula. Já o professor, além dessa experiência, participou do estudo de uso do dispositivo e da ferramenta Presenter em cursos anteriores, conforme descrito no Apêndice D.

Similarmente ao primeiro teste, tanto alunos quanto professor seguiram um cronograma distinto de tarefas (respectivamente itens C.2 e C.3 do Apêndice C), que foram executadas através do uso do protótipo desenvolvido, conforme descrito no Capítulo 6, e de um deck específico de slides (seção C.1 do Apêndice C).

O papel de usuário do protótipo foi exercido por oito alunos, sendo que outros oito alunos exerceram o papel de avaliador da atividade (dois alunos chegaram atrasados e não realizaram algumas das atividades). No momento de realização da avaliação do protótipo os alunos sentaram-se em duplas em sala de aula, sendo que apenas os alunos denominados usuários tinham acesso aos Tablet PCs e às folhas com a descrição das tarefas (C.2). Já os alunos denominados avaliadores deveriam analisar os usuários e anotar métricas específicas sobre as tarefas realizadas, como horário de início e final, dificuldades e erros encontrados, número de submissões de slides e número de participações em voz alta realizadas durante a execução da tarefa.

7.3.2) Desenvolvimento

Da mesma forma que o primeiro teste, esta validação foi dividida em quatro tarefas distintas, cada uma com objetivos específicos tanto para os alunos quanto para o professor. Entretanto, devido a problemas com a infra-estrutura da rede, o teste foi realizado apenas para as tarefas 1 e 2. A possibilidade de ocorrência deste tipo de eventualidade já era prevista pois o protótipo utilizou como base para transferência de slides a ferramenta Presenter, que possui conhecidos problemas de transmissão de dados, conforme discutido na seção 5.2.

Apesar disso, as tarefas 1 e 2 foram realizadas de forma satisfatória e de forma similar ao descrito no primeiro teste (ver seção 7.2). Os resultados são apresentados a seguir:

7.3.3) Resultados do segundo teste

A Tabela 7.10 indica, para cada tarefa, se ela foi completada com sucesso pelos usuários (professor e alunos), seu tempo médio de execução, a média de submissões de slides por aluno e a média de interações em voz alta feita por cada aluno

Tarefa	Completada pelo professor	Completada pelos alunos	Tempo médio de execução	Média de submissões de slides por aluno	Média de interação em voz alta por aluno
1	Sim	5/6	18min	0	6,75
2	Sim	5/6	4min	1,5	1,12

Tabela 7.10. Resultado geral das tarefas executadas

Pela tabela 7.12 é possível identificar que, apesar do atraso no tempo para completar as tarefas, o professor e a maioria dos alunos completaram satisfatoriamente. Em relação à tarefa 2, identificou-se que o professor foi capaz de, utilizando o Mapa da Classe, identificar fisicamente a localização dos alunos na sala de aula. Ainda, a totalidade dos alunos afirmou ser possível visualizar o seu slide submetido no Mapa da Classe exibido no projetor, embora um deles tenha afirmado que sua localização estava incorreta. No caso desse aluno, ele também não conseguiu completar a “Tarefa2- Extra”, de alteração de posição na sala, sendo necessária a ajuda do professor nesse processo.

7.3.4) Satisfação dos usuários no segundo teste

Os usuários (professor e alunos) preencheram após o teste questionários de satisfação (ver Apêndices C.4 e C.5) sobre sua experiência com o uso do protótipo. Os questionários foram elaborados de modo a tentar isolar e avaliar apenas as características inerentes ao protótipo, desconsiderando-se assim as originais do Presenter, usado como suporte à implementação.

Entretanto, mesmo dessa forma alguns alunos relataram impressões de satisfação associadas a características inerentes do Presenter, como a marcação de tinta e o ícone de submissão de slides, e também em relação aos problemas de rede encontrados. Nessa situação, os comentários foram ignorados para não influenciarem o resultado do teste de satisfação, descrito nas seções a seguir e separado por impressões do professor e dos alunos:

7.3.4.1) Professor

1. Independentemente da ferramenta utilizada, você acredita que foi capaz de comentar e dar um retorno das atividades aos alunos?
 - “Na tarefa de localização geográfica, consegui ver os alunos e sua posição, bem como falar aos alunos que estavam na posição errada. Considero a tarefa realizada com sucesso, bem como o retorno dado”.
2. Pontos Positivos levantados:
 - “Favorece a realização de uma análise das respostas dos meus alunos”
 - “Os slides de gabarito apareciam aos alunos na tela”.
3. Pontos Negativos levantados:
 - “Tive problemas durante a execução das tarefas, muita demora para meus alunos receberem os slides, sendo que alguns não conseguiram me dar o retorno solicitado na atividade.”
4. Comentários Gerais:
 - “Como o professor não precisa preencher a tela com o nome e posição, estes campos poderiam ser retirados quando o usuário escolher se conectar como professor.”

7.3.4.2) Alunos

1. Independentemente da tarefa realizada, você acredita que o professor foi capaz de comentar e dar um retorno sobre suas atividades?
 - Dos alunos que responderam ao questionário, todos, exceto um, afirmaram que apesar dos problemas de rede foi possível ao professor comentar e dar um retorno sobre as atividades.

2. Independentemente da tarefa realizada, você acredita que foi capaz de acompanhar o desempenho dos seus colegas na atividade?
- Todos os alunos respondentes afirmaram que “sim”. Os comentários subseqüentes a esta afirmação foram:
 - “Os resultados puderam ser vistos pelo professor”
 - “Apareceu na tela o que meus colegas fizeram”
3. Na sua avaliação, quais os pontos negativos da ferramenta?

A maior parte dos comentários foi a respeito de problemas de rede, conexão e transmissão de slides. Além desses comentários, foram feitas as seguintes observações:

- “A ferramenta é pouco intuitiva. Sem o auxílio de instruções mais claras e diretas, os resultados apresentados não diziam por si só o objetivo das tarefas. Falta de *feedback* ao usuário”

Essa aparente falta de *feedback* e de instruções mais claras pode ser explicada tanto pelos problemas de rede (que deixaram as atividades demoradas e confusas) como pela não completude das tarefas associadas à avaliação heurística. Esse cenário deixou uma percepção negativa do protótipo em relação aos usuários, conforme comentado na seção 7.3.5.

4. Na sua avaliação, quais os pontos positivos da ferramenta?

De modo semelhante ao identificado no primeiro teste, os principais pontos positivos da ferramenta podem ser listados segundo a tabela 7.11:

Categoria	Pontos Positivos
Interação e participação	Ambiente que permite maior dinamismo entre os alunos e dos mesmos com o professor
	Possibilidade de trabalho em grupo
	Alta interatividade e facilidade de uso com o Tablet PC
Avaliação	É uma ferramenta muito boa para prover <i>feedback</i> das aulas ao professor
	Verificação no presente momento, por parte do professor, se o aluno fez algo certo ou errado
	Resultados em tempo real
	Versatilidade proporcionada pela visão de tudo o que foi feito em sala de aula
	Fácil comparação entre todas as submissões.

Tabela 7.11. Pontos positivos apresentados pelos alunos

7.3.5) Considerações sobre o segundo teste

O segundo teste foi nitidamente prejudicado pelos problemas de conexão e transmissão de slides encontrados pela maior parte dos alunos. A maior parte das interações verbais feitas em sala de aula pelos alunos ocorreu para notificar erros e problemas decorrentes do não envio ou recebimento de slides. Isso repercutiu no tempo médio de realização das tarefas, que foi bem superior ao ocorrido no primeiro teste. Por exemplo, conforme indicado na Tabela 7.12, a tarefa 1 registrou tempo médio de 18 minutos, contra 3 minutos do primeiro teste (Tabela 7.1).

Entretanto, de um modo geral apesar dos problemas de conexão de rede é possível afirmar que os objetivos do teste foram alcançados em relação às tarefas 1 e 2, já que o professor foi capaz de identificar as submissões dos alunos no Mapa da Classe e identificar em sala de aula os alunos responsáveis pelas submissões. Já os alunos foram capazes de visualizar e identificar suas submissões e as de seus colegas.

Excepcionalmente, devido aos problemas encontrados, não foi possível a realização das atividades 3 e 4, de avaliação heurística, onde seria verificado o agrupamento de slides, a

comparação de slides com um gabarito no modo Espiral e também a associação de *tags* às marcações. A ausência dessas tarefas e o elevado tempo de execução das tarefas iniciais contribuíram para que alguns alunos ficassem com a percepção de que o teste e as tarefas não tinham um objetivo definido, já que houve um evidente prejuízo no ambiente interativo e no *feedback* dado pelo professor.

Capítulo 8

Conclusões

Ao contrário das aulas tradicionais, onde os alunos são passivos no recebimento de conteúdo e informação, existem propostas pedagógicas, baseadas no modelo construtivista de ensino, que prevêem uma maior participação do aluno na construção do conhecimento. Conforme descrito no Capítulo 2, uma dessas metodologias é o aprendizado ativo, concebido com o intuito de permitir a construção de um ambiente onde haja uma maior interação entre os próprios alunos e também entre os alunos e o professor, fazendo com que os alunos tenham uma participação ativa no seu próprio processo de aprendizado.

Conforme observado no estudo descrito no Capítulo 3, a tecnologia exerce um papel fundamental como facilitadora do aprendizado ativo. A caneta eletrônica, presente, por exemplo, em Tablets PCs, permite registrar o raciocínio do aluno de forma natural, possibilitando ainda, juntamente com softwares especialmente desenvolvidos para esse fim (conforme descrito no Capítulo 4), o armazenamento, acesso, comparação, organização e distribuição automática desse conteúdo.

Entretanto, conforme identificado na pesquisa realizada, os softwares educacionais existentes são deficientes para atender as necessidades dos alunos e principalmente do professor para conduzir aulas nesse ambiente. Desse modo, foi elaborada uma ferramenta colaborativa, descrita nesta dissertação, cujo objetivo é permitir a identificação do aluno e a classificação e exibição de suas atividades. Sua interface foi projetada de forma a ser adequada ao uso da caneta eletrônica em dispositivos móveis, no caso os Tablets PCs, utilizados nas atividades de teste e validação do protótipo.

Durante o desenvolvimento da ferramenta aplicou-se o modelo de prototipagem rápida, em que os usuários foram continuamente apresentados a versões do protótipo durante a sua construção. Isso foi importante para permitir a imediata identificação e correção de problemas de usabilidade, além de possibilitar a adequação da ferramenta aos interesses do professor e dos

alunos. Por este motivo não foi aplicado um processo formal de avaliação heurística ao protótipo, já que esse tipo de análise e verificação foi diluído durante o seu desenvolvimento, pela análise feita pelos usuários e também pela aplicação de princípios de IHC à interface desenvolvida. Conforme atestam os resultados dos experimentos realizados, essa abordagem foi válida já que foram identificados poucos, e não críticos, problemas de usabilidade nos testes realizados.

Os testes realizados com os usuários revelaram também que os objetivos originais da proposta foram alcançados, sendo possível, dessa forma, a construção de um ambiente de aprendizado ativo - onde o professor foi capaz de identificar, classificar e exibir as tarefas dos usuários por similaridade, tanto entre elas como também com um gabarito pré-estabelecido. Apesar de apenas dois professores terem participado dos testes, a análise foi a de que esse modelo foi importante para permitir a identificação do entendimento dos alunos, enquanto os alunos sentiram-se estimulados a participar e a contribuir nas atividades propostas na aula.

Devido ao número relativamente pequeno de usuários utilizados nos testes, a análise dos resultados teve como foco a visão qualitativa dos dados obtidos. Ainda, o protótipo focou-se em um tipo específico de atividade em sala de aula, as avaliações heurísticas. Conforme descrito na seção 8.1, de trabalhos futuros, espera-se poder adaptar a ferramenta para uso em outros contextos e aulas, como matemática, biologia, odontologia etc. Considerando-se os resultados positivos obtidos com os testes envolvendo as atividades de avaliações heurísticas, espera-se que a ferramenta tenha resultados semelhantes quando usada nesses outros contextos.

Assim, as principais contribuições deste trabalho foram o desenvolvimento da ferramenta interativa que viabiliza o ambiente de aprendizado ativo na sala de aula, fundamentada na organização, visualização e identificação das submissões de tarefas feitas pelos alunos. Ainda, foram estabelecidas diretrizes de usabilidade para o desenvolvimento de ferramentas que utilizem dispositivos baseados em caneta eletrônica, principalmente em relação à precisão de uso da caneta neste meio.

8.1) Trabalhos futuros

Durante as etapas de pesquisa, desenvolvimento e teste da ferramenta colaborativa, foi possível identificar uma série de trabalhos futuros que poderiam complementar e aperfeiçoar o uso da ferramenta. Esses trabalhos são descritos a seguir:

- Identificação automática dos alunos: Para facilitar o uso do sistema, seria pertinente que a ferramenta identificasse automaticamente o nome do aluno através do usuário com o qual o computador foi acessado ou mesmo através do login usado pelo aluno em uma eventual ferramenta de mensagens instantâneas, como o MSN¹⁸ ou o Google Talk¹⁹.

Ainda, seria interessante que a ferramenta identificasse e refletisse imediatamente no Mapa da Classe quais alunos estão acessando e acompanhando a aula, sem a necessidade assim de esperar submissões de slides dos alunos.

Outro fator importante seria também a possibilidade de identificar exatamente e em tempo real a posição do aluno em sala de aula (ou outro ambiente de ensino), sem a necessidade de informar à ferramenta a linha e coluna onde o aluno está sentado. Essa abordagem é interessante pois permitiria uma verdadeira mobilidade dentro da sala de aula, já que o aluno poderia se deslocar com o Tablet PC sem a preocupação de ter que alterar na ferramenta sua localização. Além disso, o professor teria a flexibilidade para realização de tarefas e atividades onde os alunos ficariam em qualquer posição dentro do ambiente, não necessariamente tendo que ficar dispostos em uma matriz, como exigido pela ferramenta desenvolvida.

Essa solução poderia ser implementada com o uso conjunto de roteadores de rede, que através do cálculo do tempo de demora e transmissão dos sinais poderiam identificar em qual posição do plano cartesiano se encontram cada um dos alunos. Evidentemente, podem-se pesquisar outras soluções tecnológicas disponíveis para resolução deste problema.

¹⁸<http://www.msn.com>

¹⁹ <http://www.google.com/talk>

- Alterações no modo Espiral: Sendo o modo Espiral a distribuição gráfica dos slides em comparação a um determinado slide de gabarito definido pelo professor, seria interessante que os slides que por ventura fossem deslocados através das setas do teclado possuísem uma visualização distinta dos demais. Isso é importante pois permitiria ao usuário distinguir quais slides foram posicionados originalmente pelo algoritmo e quais foram alterados pelo professor. Isso poderia ser feito, por exemplo, alterando-se a cor da borda dos slides deslocados pelo usuário.
- Alteração na comparação de slides: Um dos principais itens de queixa dos alunos que participaram dos testes foi a aparente falta de precisão na comparação de alguns slides, principalmente no modo de visualização Grupos. Para minimizar o problema, o algoritmo de comparação poderia ser alterado para desconsiderar pequenos pontos feitos acidentalmente na tela com a caneta eletrônica. O próprio critério de compatibilidade entre os slides poderia ser alterado, não sendo assim necessária a estrita semelhança das marcações o fator determinante para que dois slides pertençam ao mesmo grupo. Ainda, a comparação das *tags* poderia ser mais flexível, considerando duas marcações como semelhantes (ou parcialmente semelhantes) caso uma ou mais de suas *tags* sejam coincidentes.

Mesmo com as modificações sugeridas acima, ainda existe a limitação de que a comparação e determinação de semelhança entre os slides são feitas através da análise da área de intersecção entre os retângulos correspondentes das marcações de tinta. Isso limita as possibilidades de uso da ferramenta, já que em outros contextos de atividade (que não a avaliação heurística) poderia ser crucial a comparação do “conteúdo” dessas marcações. Isso poderia ser feito com o emprego de algoritmos de análise e processamento de imagem nos slides.

Assim, essas alterações, aliadas à inclusão de novos grupos de *tags* associadas às tintas, permitiria a utilização da ferramenta em outros contextos de aula que poderiam requerer uma maior precisão e análise das marcações realizadas nos slides. Exemplos de utilização poderiam ser uma prova de odontologia, onde os alunos deveriam marcar em um slide

representativo de uma arcada dentária quais os dentes avariados; uma aula de álgebra, onde as figuras geométricas desenhadas poderiam ser comparadas e também uma aula de engenharia de software, onde o processamento de imagens nos slides poderia avaliar a similaridade nos diagramas de classe desenvolvidos pelos alunos.

- Associação de informação às tags e marcações realizadas: Após associar determinada tag à marcação de tinta, o aluno poderia ter a oportunidade de justificar o motivo que o levou a essa resolução. Tal processo poderia ser um complemento importante à interatividade, permitindo ao professor e aos demais alunos maior entendimento e compreensão sobre as atividades realizadas.
- Alterações de Interface de usuário: Durante os testes realizados com os usuários observou-se a necessidade de alguns ajustes na interface, a serem realizados com o intuito de melhorar a usabilidade da ferramenta. Os principais ajustes que precisariam ser feitos são a adequação dos menus de acesso, que precisariam ter menos níveis devido ao uso da caneta eletrônica, a conseqüente adição de botões de atalho e a simplificação do modelo de associação de tags a marcações, que pareceu confuso a alguns usuários.

Além disso, alguns termos em inglês deveriam ser ajustados para refletir melhor sua funcionalidade. Por exemplo, na localização dos alunos o termo “row” é mais indicado do que “line” para determinar a linha onde o aluno está sentado (em português, seria interessante utilizar os termos “fileiras” e “carteiras” ao invés de “linhas” e “colunas”) bem como o termo “template” seria mais recomendado do que “answer key” para o gabarito da tarefa do professor.

- Acesso aos slides através das miniaturas: Seria interessante, em relação à usabilidade da ferramenta, permitir o acesso direto aos slides dos alunos em qualquer um dos modos de exibição. Isso poderia ser feito através de cliques na miniatura dos slides, acionando assim a exibição dos respectivos slides dos alunos em tamanho real pelo professor.
- Acesso do conteúdo fora da sala de aula: Uma das necessidades do usuário identificada no estudo é a possibilidade de acesso do conteúdo (slides da apresentação do professor,

slides de tarefas, etc) fora do ambiente de sala de aula. Um modelo interessante para garantir isso seria a transformação desse material em páginas web, permitindo assim o acesso por qualquer computador e sem a necessidade de instalação e configuração de softwares adicionais.

Outra opção seria o registro das aulas em áudio e vídeo, tanto das telas dos Tablet PCs como do próprio professor e alunos. Esse material também poderia ser colocado para acesso via web, necessitando-se assim apenas de um navegador e de acesso à internet para a visualização das aulas.

- Guardar o histórico de submissões de slides: Durante a pesquisa observou-se que muitas vezes o aluno faz mais de uma submissão de um mesmo slide de tarefa, acrescentando ou corrigindo informação no slide original. Manter um histórico dessas submissões poderia ser um elemento importante para o professor analisar *a posteriori* o processo de aprendizado dos alunos, auxiliando-o na identificação de erros e dificuldades comuns de determinada tarefa.
- Escalar ferramenta para uso em grandes classes: Seria interessante definir quais as características de interação, organização e exibição de slides seriam necessárias para permitir o uso da ferramenta em grandes classes, com até 200 alunos por exemplo. A validação do próprio modelo de aprendizado ativo neste contexto, através do uso da ferramenta, é um estudo adicional importante a ser feito.
- Possibilidade de tarefas em grupo: Seria oportuno a ferramenta possuir a capacidade de gerenciar trabalhos colaborativos e em grupo. Nesse contexto, os alunos poderiam se agrupar para realizar determinada tarefa, sendo que a submissão feita ao professor seria a do resultado do trabalho do grupo e não a individual de cada aluno. Ainda, o professor poderia conceder a determinado aluno a possibilidade de ‘ser o professor’ durante a correção da atividade, permitindo ao aluno, de seu próprio Tablet PC, o gerenciamento das submissões dos demais grupos, usando para isso os modos de exibição da ferramenta.
- Utilização de outras atividades interativas: Além do uso de atividades de associação de marcações e *tags* (e.g avaliação heurística), seria interessante o uso de outras atividades

estimulantes para a atenção e motivação dos alunos, como por exemplo, votações. Essas atividades, em conjunto com as de associação de marcações, poderiam ser feitas de forma surpresa durante a aula. Isso, aliado à atribuição de notas por desempenho, poderia ser um importante fator de estímulo aos alunos.

8.2) Considerações Finais

O modelo de ensino denominado aprendizado ativo prevê uma participação ativa do aluno em seu próprio processo de aprendizado, sendo sua interação com os colegas e com o professor ponto fundamental nesse ambiente educacional. As novas tecnologias podem ser aplicadas na sala de aula justamente com esse intuito, de fornecer novos meios de interação, flexíveis e mais dinâmicos, tornando assim as aulas efetivamente mais ativas e participativas para os alunos.

Assim, este trabalho teve o objetivo de identificar, através das necessidades e expectativas dos usuários, quais características de interatividade e usabilidade deve possuir uma ferramenta projetada para esses dispositivos, fundamentalmente o Tablet PC e a caneta eletrônica, para que esse ambiente possa ser viabilizado.

Sendo a busca por novos meios de interação algo constante, espera-se que as diretrizes, princípios e fundamentos de *design* aqui utilizados possam servir de base para o desenvolvimento e aprimoramento de ferramentas utilizadas nesse contexto, permitindo assim que a tecnologia exerça cada vez mais seu papel como viabilizadora de aulas mais ativas, participativas e produtivas para os alunos e também para o professor.

Referências Bibliográficas

- [1] SIMON, Beth; ANDERSON, Ruth; ANDERSON, Richard. **Experiences with a Tablet PC Based Lecture Presentation System in Computer Science Courses**. In SIGCSE'04, March 3-7, Norfolk, Virginia, USA. 2004
- [2] ANDERSON, Richard; ANDERSON, Ruth; CHUNG, Oliver; DAVIS, K.M; DAVIS, Peter; PRINCE, Craig; RAZMOV, Valentin; SIMON, Beth. **Classroom Presenter: A Classroom Interaction System for Active and Collaborative Learning**. In WIPTE 2006, 2006.
- [3] BONWELL, C; EISON, J. **Active learning: creating excitement in the classroom**. In ASHE-ERIC Higher Education Report No. 1. Washington, DC: George Washington University. 1991
- [4] ANDERSON, Richard; ANDERSON, Ruth; DAVIS, K.M; LINELL, Natalie; PRINCE, Craig; RAZMOV, Valentin. **Supporting Active Learning and Example Based Instruction with Classroom Technology**. In ACM SIGCSE Bulletin Volume 39, Issue 1, Session: Teaching with tablets and inking technologies table of contents, 2007. p69-73
- [5] CASTORINA, José; FERREIRO, Emilia; LERNER, Delia; OLIVEIRA, Marta. **Piaget-Vygotsky: “Novas Contribuições para o debate”**. São Paulo, Editora Ática, 5ª edição, 1998
- [6] TAILLE, Y; OLIVEIRA, M; DANTAS, H. **Piaget, Vygotsky, Wallon: “Teorias Psicogenéticas em Discussão”**. São Paulo, Summus Editorial, 10ª Edição, 1992
- [7] BECKER, F. **Série Idéias**. Número 20, São Paulo, FDE, 1994. p93-97
- [8] MOLL, L. **Vygotsky e a educação: “Implicações Pedagógicas da psicologia sócio-histórica”**. Porto Alegre, Editora Artes Médicas, 1ª edição, 1996

- [9] VYGOTSKY, L, S. **On The Child's Psychic Development**. Copenhagen. Nyt Nodisk. 1982
- [10] THARP, R; GALLIMORE, R. **Rousing minds to life: teaching. learning and schooling in a social context**. Cambridge University Press, 1988
- [11] PAPERT, S. **Logo: Computadores e Educação**. São Paulo, Editora Brasiliense, 1ª edição, 1986
- [12] ARENDT, R. **Construtivismo ou Construcionismo? Contribuições deste debate para a Psicologia Social**. Em Estudos da Psicologia, 81, 2003. p5-13
- [13] LOGO FOUNDATION.
Disponível em: <http://el.media.mit.edu/logo-foundation/>
Acessado: Setembro/2008
- [14] SUPERLOGO – NIED/UNICAMP
Disponível em: <http://pan.nied.unicamp.br/~siros/slogofrm.htm>
Acessado em: Setembro/2008
- [15] DYKNOW SOFTWARE; **Encouraging Active Learning: Best Practices and Supporting Technologies, White Paper**
Disponível em: <http://www.dyknow.com/monitor/white-papers.aspx>
Acesso em: Setembro/2008
- [16] BERNHARD, J. **Activity based physics education: Some examples of innovative aproachs at some universities and colleges in USA**. In CUP-day. Linkoping University; 1999
- [17] CHICKERING, A; GAMSON, Z. **Seven Principles for Good Practice**. In AAHE (American Association for Health Education) Bulletin 39:3-7. ED 282 491.6 ,1987. p1.
- [18] RUHL, K; HUGHES, C; SCHLOSS, P. **Using the Pause Procedure to Enhance Lecture Recall**. In echer Education and Special Education , 1987. p4-18

- [19] PRINCE, M. **Does Active Learning Work? A review of the research.** In Journal of Enginnering Education, 2004. , p223-232
- [20] MCKEACHIE, W; PINTICH, P; LIN, Y; SMITH, D. **Teaching and Learning in the College Classroom: A Review of the Research Literature.** In: Ann Arbor: Regents of the Univ. of Michigan, ED 214999, 124, 1986. pME-01
- [21] MOON, J. **Reflection in Learning – Some Fundamentals of Learning, part 1.** In Reflection in Learning and Professional Development, Theory and Practice, Kogan Page, Sterling, VA, USA, new Ed edition, 2001. p103-119.
- [22] CHINANANDAN, A.R.; DEVASHER, R; FERRO, P; FISHER, D; KIRTLEY, Mitra; MERKLE, L; MUTCHLER, D; SIMONI, M; SEXTON, S; WILLIANS, J . **Evaluating the Symbiosis of DyKnow Software and Pen-Based Computing in the Rose-Hulman Classroom.** In The Impact of Tablet PCs and Pen-based Technology on Education, Compliments of WIPTE, Purdue University Press, 2007, p21-31
- [23] FAGEN, A; CROUCH, C; MAZUR, E. **Peer instruction: Results from a range of classrooms.** In The Physics Teacher, 40, p206-209
- [24] MCCONNELL, J. **Active Learning And Its Use in Computer Science. In Integrating Technology into CSE.** Barcelona, Spain, 1996.
- [25] ANDERSON, Richard; CHEN, Jiangfeng; JIE, Luo; LI, Jing; LI, Ning; LINELL, Natalie; RAZMOV, Valentin; VIDEON, Fred. **Supporting an interactive classroom environment in a cross-cultural course.** In 37th Frontiers in Education Conference - Global Engineering: Knowledge without Borders, Opportunities Without Passports. Milwaukee WI. 2007. pF3D 1-6
- [26] WOLFMAN, Steven. **Understanding and Promoting Interaction in the Classroom through Computer-Mediated Communication in the Classroom Presenter System.** Ph.D dissertation, University of Washington. 2004

[27] BACKON J. **Student Minds and Pen Technologies: A Wonderful Pedagogical Marriage.** In The Impact of Tablet PCs and Pen-based Technology on Education, Compliments of WIPTE (Workshop on the Impact of Pen-Based Technology on Education), Purdue University Press, 2006. p1-12

[28] SCOOT, Craig; MACK, Pamela; OSIAS, Jumoke; JACKSON, Nykia; ALAO, Solomon. **Integrating Tablet PC Technology into the Dimensions of Learning Pedagogical Framework.** In The Impact of Tablet PCs and Pen-based Technology on Education, Compliments of WIPTE, Purdue University Press, 2006. p157-165

[29] EMBYSK, M. **8 motivos para conhecer o Tablet PC.** Em Microsoft Pequenas Empresas. Disponível em:

<http://www.microsoft.com/brasil/pequenasempresas/issues/technology/performance/tpc.mspix>

Acessado em: Outubro/2008

[30] MANCABELLI, R; **How Tablet PCs Can Enhance High School Teacher Practice.** In The Impact of Tablet PCs and Pen-based Technology on Education, Compliments of WIPTE, Purdue University Press, 2007. p79-88

[31] MICROSOFT CORPORATION. **Microsoft Power Point.**

Disponível em: <http://office.microsoft.com/pt-br/powerpoint/FX100487761046.aspx>

Acesso em: Dezembro/2008

[32] MICROSOFT CORPORATION; **Microsoft One Note**

Disponível em: <http://www.office.microsoft.com/pt-br/onenote>

Acesso em: 15/09/2008

[33]SIMON, Beth; ANDERSON, Ruth; SU, Jonathan. **Preliminary Experiences with a Tablet PC Based System to Support Active Learning in Computer Science Course.** In Proceedings of the 9th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science

education Session: Technology in CS education table of contents, United Kingdom, 2004. p213-217

[34] RAZMOV, Valentin; ANDERSON, Richard. **Pedagogical Techniques Supported by the Use of Student Devices in Teaching Software Engineering**. In ACM SIGCSE Bulletin archive, Volume 38, Issue 1, Session: Emerging instructional technology, march 2006. p344-348

[35] BERQUE, D; BONEBRIGHT, Terri; DART, Joel; KOCH, Zachary; O'BANION, Shawn. **Using DyKnow Software to Support Group Work: A Mixed-Method Evaluation**. In The Impact of Tablet PCs and Pen-based Technology on Education, Compliments of WIPTE, Purdue University Press, 2007, p11-20

[36] ALMEIDA, Pedro; AZEVEDO, Rodolfo. **Increasing Tablet PC Acceptance by Using Screen Capture**. In The Impact of Tablet PCs and Pen-based Technology on Education, Compliments of WIPTE (Workshop on the Impact of Pen-Based Technology on Education), Purdue University Press, 2008. p159

[37] DWYER, TOM; WAINER, Jacques; DUTRA, Rodrigo; COVIC, André; MAGALHÃES, Valdo; FERREIRA, Luiz; PIMENTA, Valdiney; CLAUDIO, Kleucio. **Desvendando mitos: os computadores e o desempenho no sistema escolar**. Em Educação e Sociedade., Dez 2007, vol.28, no.101, p1303-1328.

[38] DYKNOW SOFTWARE; **Minimizing Electronic Distraction and Keeping Students on Task in the Computerized Classroom, White Paper**

Disponível em: <http://www.dyknow.com/monitor/white-papers.aspx>

Acesso em: Setembro/2008

[39] ANDERSON, Richard. **Beyond Power Point: Building a New Classroom Presenter**. In Syllabus Magazine, June 2004. p31-33

[40] ANDERSON, Richard; ANDERSON, Ruth; VANDEGRIFT, Tammy; WOLFMAN, Steven; YASUHARA, Ken. **Promoting interaction in large classes with computer-mediated feedback.** In Proceedings of CSCL'03: the International Conference on Computer Support for Collaborative Learning, Bergen, Norway, June 2003. Kluwer. p119–123.

[41] ANDERSON, Richard; ANDERSON, Ruth; MCDOWELL, Luke; SIMON, Beth. **Use of Classroom Presenter in Engineering Courses.** In 35th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Session T1A, October 19-22, 2005. Indianapolis, IN, USA

[42] GIBBONS, J,F; KINCHELOE, W, R; DOWN, K,S. **Tutored Video Tape Instruction: A New Use of Electronics Media in Education.** In Science 195, 3 1977, p1139-1146

[43] MICROSOFT CORPORATION. **Conference XP.**

Disponível em: <http://research.microsoft.com/conferencexp/>

Acesso em: Dezembro/2008

[44] CLASSROOM PRESENTER FOR XO.

Disponível em: <http://xo.orderedpixels.com>

Acesso em: Dezembro/2008

[45] ONE LAPTOP PER CHILD (OLPC) PROJECT

Disponível em: <http://laptop.org>

Acesso em: Dezembro/2008

[46] ANDERSON, Richard; LIAO, Chunyuan; GUIMBRETIERE, François; LINNELL, Natalie; PRINCE, Craig; RAZNOV, Valentin. **PaperCP: Exploring the Integration of Physical and Digital Affordances for Active Learning.**

Disponível em: <http://www.cs.umd.edu/~francois/Papers/PaperCP.pdf>

Acesso: Dezembro/2007

[47] ANOTO PEN DOCUMENTS

Disponível em: <http://www.anoto.com>

Acesso em: Janeiro 2009

[48] WIKERSON, Michelle; GRISWOLD, Willian; SIMON, Beth; **Ubiquitous Presenter: Increasing Student Access and Control in a Digital Lecturing Environment.** In SIGCSE'05, February 23-27, 2005, St.Louis, Missouri, USA

[49] BROWN UNIVERISTY. **Remarkable Texts**

Disponível em: http://www.cs.brown.edu/reasearch/projects/remarkable_texts.html

Acesso em: 15/09/2008

[50] RUSSEL, C. **Getting to Know Windows Journal for Tablet PC**

Disponível em: www.microsoft.com/windowsxp/using/tabletpc/russel_03january20.mspx

Acesso em: Setembro/2008

[51] DYKNOW SOFTWARE; **DyKnow Monitor**

Disponível em: <http://www.dyknow.com/monitor>

Acesso em: Setembro/2008

[52] HEMBROOK, H; GRAY, G. **The Laptop and the Lecture: The Effects of Multitasking in Learning Environments.** In Journal of Computing in Higher Education, 2003. p15

[53] FISCH, S. **A Capacity model of children's comprehension of educational content on television.** In Media Psychology, 2000. p63-91

[54] RUBINSTEIN, J. **Executive Control of Cognitive Process in Task Switching.** In Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 2001. p763-797

[55] LANG, A. **The limited capacity model of mediate message processing.** In Journal of Communication, p46-70

[56] DYKNOW SOFTWARE; **DyKnow Vision**

Disponível em: <http://www.dyknow.com/vision>

Acesso em: Setembro/2008

[57] DYKNOW SOFTWARE; **Providing Valuable and Timely Feedback: Best Practices and Supporting Technologies, White Paper**

Disponível em: <http://www.dyknow.com/monitor/white-papers.aspx>

Acesso em: Setembro/2008

[58] NIELSEN, J. **Ten Usability Heuristics**. 2005

Disponível em http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristics_list.html

Acesso: Dezembro/2008

[59] NORMAN, A. **The Design of Every Day Things**. New York, Basic Books, 1988. p257

[60] PREECE, Jenny; ROGERS Yvonne; SHRAP, Helen. **Interaction Design: beyond human-computer interaction**. New York: John Wiley & Sons, 2002. p517

[61] GO, Kentaro; KAROL, John. **The Blind Men and the Elephant: Views of Scenario-Based System Design**. In: ACM Interactions, vol 11, issue 6, December 2004. p44-53

[62] DINIS, Simone; SOUZA, Clarice; GRECO, Maira; SILVEIRA, Milene. **Modelo de Interação como Ponte entre o Modelo de Tarefas e a Especificação da Interface**.

Disponível em: http://www.serg.inf.puc-rio.br/ore/docs/barbosasdj_IHC2002.pdf

Acesso em: janeiro/2008

[63] SILVA, Celmar Guimarães da. **Exploração de bases de dados de ambientes de Educação a Distância por meio de ferramentas de consulta apoiadas por Visualização de Informação**. Tese de Doutorado. Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas. Dezembro 2006.

[64] TORRES, Ricardo; SILVA, Celmar; MEDEIROS, Claudia; ROCHA, Heloisa. **Visual Structures for Image Browsing**. Proceedings of the twelfth international conference on Information and knowledge management, New Orleans, LA, USA, November 2003.

[65] ROBERT, Spencer. **Information Visualization**. Addison Wesley, 1st Edition, December 2000

[66] PFLEEGER, Shad;. KITCHENHAM Barbara; **Principles of Survey Research**. In ACM SIGSOFT, Software Engineering Notes vol 26 no 6, November 2001. p16

Apêndice A

Modelo do Sistema

A.1. Diagramas de Casos de Uso

Nesta seção são apresentados os diagramas de caso de uso que ilustram os modos de interação dos usuários com a ferramenta. Os usuários foram classificados em dois tipos, alunos e professor, conforme descrito nas seções a seguir:

A.1.1) Casos de Uso do Usuário Aluno

Conforme ilustra a Figura A.1, os usuários que possuem papel de aluno podem desempenhar uma série de funções na ferramenta:

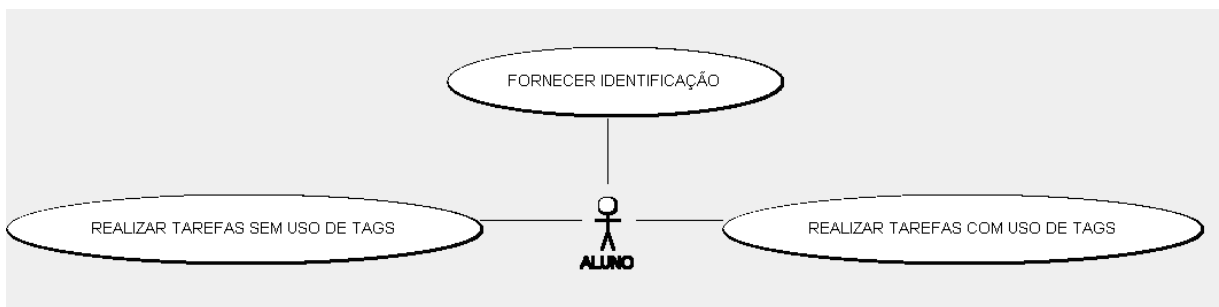


Figura A.1. Casos de uso do usuário aluno

Essas funcionalidades básicas consistem em:

- Fornecer identificação: Ocorre quando o aluno acessa o sistema e se identifica com o nome e localização em sala de aula.

- Realizar tarefas sem o uso de tags: Ocorre quando o aluno recebe um slide de tarefa, executa a ação proposta e submete o slide ao professor.
- Realizar tarefas com o uso de tags: Ocorre quando o aluno recebe um slide de tarefa, ativa a associação de *tags* às marcações de tinta, executa a ação proposta (associando as devidas *tags* às marcações feitas) e submete o slide ao professor.

A.1.1) Casos de Uso do Usuário Professor

Conforme ilustra a Figura A.2, os usuários que possuem papel de professor podem desempenhar uma série de funções na ferramenta:

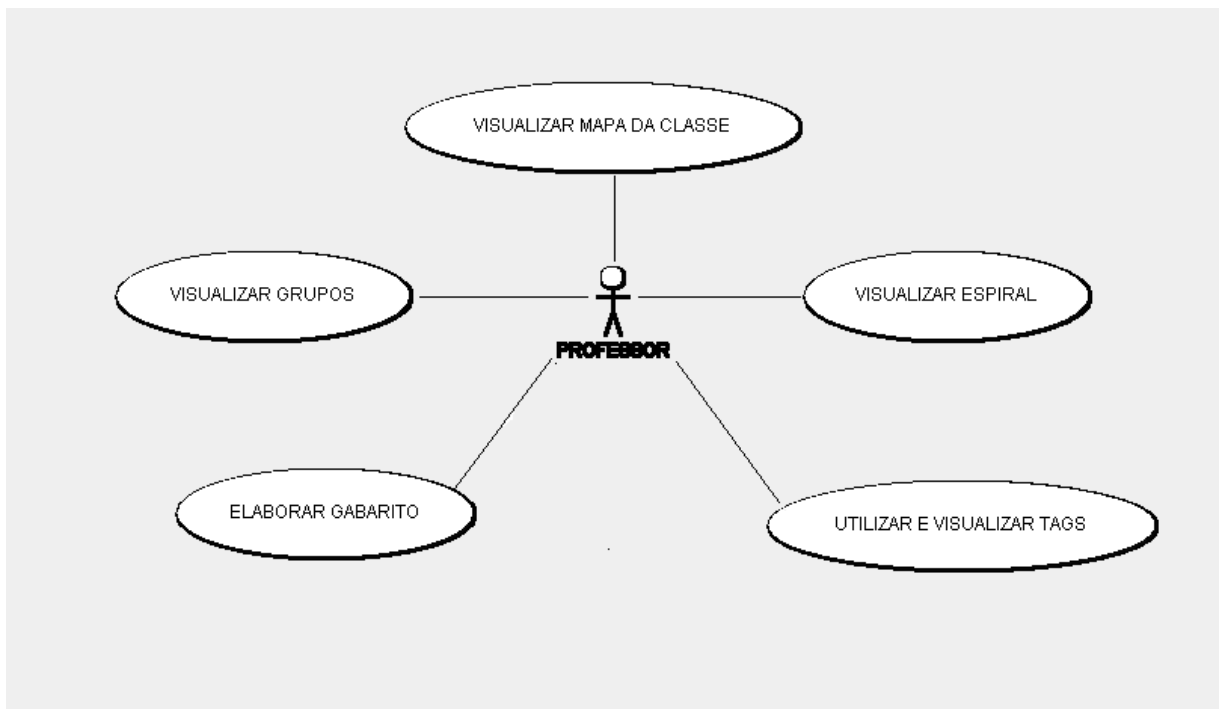


Figura A.2. Casos de uso do usuário professor

Essas funcionalidades básicas consistem em:

- Visualizar Mapa da Classe: Ocorre quando o professor, após receber as submissões dos alunos de uma determinada tarefa, aciona o modo de visualização Mapa da Classe.
- Visualizar Grupos: Ocorre quando o professor, após receber as submissões dos alunos de uma determinada tarefa, aciona o modo de visualização Grupos
- Visualizar Espiral: Ocorre quando o professor, após receber as submissões dos alunos de uma determinada tarefa, aciona o modo de visualização Espiral.
- Elaborar Gabarito: Ocorre quando o professor informa à ferramenta que determinado slide deve ser considerado como gabarito para o modo de visualização Espiral.
- Utilizar e visualizar as tags: Ocorre quando o professor aciona a opção de associação de *tags* às marcações de tinta por ele efetuadas, ou quando o professor aciona a opção de visualização das *tags* associadas às marcações, feitas tanto por ele como pelos alunos.

A2. Diagramas de Classe

Nesta seção são apresentados os diagramas de classe da ferramenta desenvolvida. A Figura A.3 ilustra duas classes que são usadas como *containers*, elaboradas com o intuito de agrupar dados e informações dos slides. Já a Figura A.4 ilustra o modelo de classes responsável pela comparação dos slides.

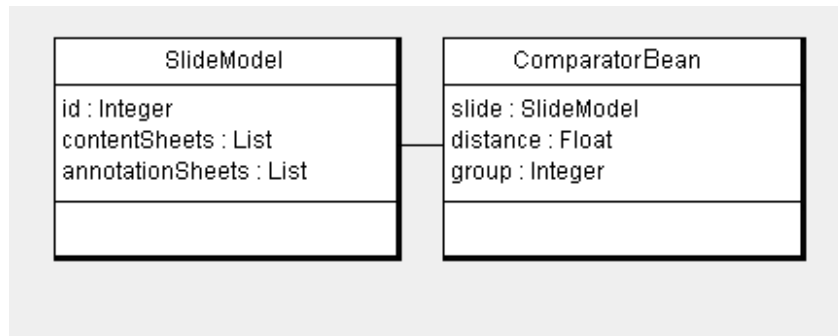


Figura A.3. Classes de encapsulamento de dados

Conforme mostrado pela Figura A.3, basicamente utiliza-se duas classes para o armazenamento e manipulação dos dados dos slides:

- SlideModel: Classe já nativa do Presenter, agrupa as informações referentes às marcações originais realizadas nos slides (*contentSheets*) e também as informações das marcações realizadas pelos alunos (*annotationSheets*).
- ComparatorBean: Classe que armazena as informações associadas à comparação de slides. O atributo *slide* é o *SlideModel* do slide analisado; o atributo *distance* (correspondente ao número real “f” apresentado no pseudo algoritmo da seção 6.3.4.5) representa a distância do slide do centro da espiral (0 caso esteja no centro e 1 caso esteja na extremidade) e *group* representa qual grupo o slide deve pertencer no modo de visualização Grupos. A classe *ComparatorRegistry* foi implementada com um *bean*, ou seja, seus atributos são privados mas podem ser acessados (lidos e modificados) através de métodos *get* e *set*.

Conforme ilustrado pela Figura A.4, procurou-se desenvolver as classes responsáveis pela análise e comparação de slides de forma a ser flexível uma eventual alteração dos algoritmos e modos de visualização dos slides:

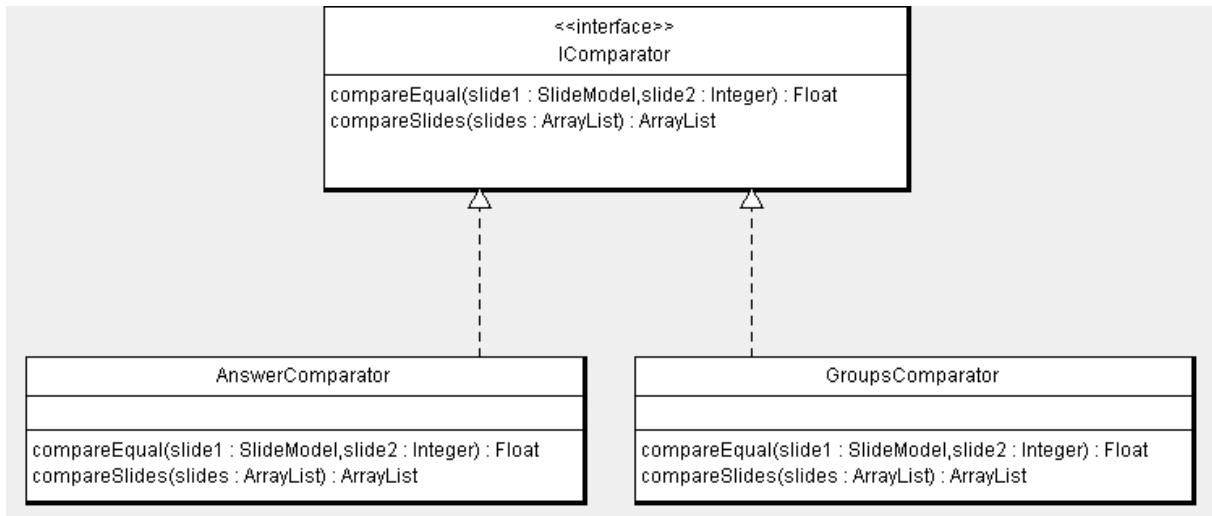


Figura A.4. Classes responsáveis pela comparação de slides

Dessa forma, os elementos pertencentes a esse modelo são:

- IComparator: É a interface que representa a assinatura desejada das classes de comparação de slides. Basicamente possui os métodos compareEqual (que compara a semelhança entre dois slides, representada por um número real de 0 a 1) e compareSlides, que recebe uma lista de slides a serem comparados e retorna uma outra lista de slides (no caso, ComparatorRegistry) com as informações de comparação preenchidas.
- AnswerComparator: Classe que implementa a interface IComparator. É usada no processo de comparação dos slides dos alunos com um slide de gabarito predefinido pelo professor. O método compareEqual, dessa forma, retorna a distância que determinado slide possui do slide de gabarito (entre 0 e 1), enquanto o método compareSlides retorna uma lista com a distância de cada slide do centro da Espiral.
- Groups Comparator: Classe que implementa a interface IComparator. É usada no processo de análise de semelhança dos slides no modo de visualização Grupos. O método compareEqual analisa a semelhança entre dois slides, retornando 0 caso não estejam no mesmo grupo e 1 caso contrário. Já o método compareSlides retorna uma lista com os slides semelhantes pertencentes a cada grupo a ser exibido ao usuário.

Tanto as classes de dados descritas na Figura A.3 como as classes de comparação de slides descritas na figura A.4 são utilizadas pela classe `MultiColumnFilmStrip`, nativa do Presenter, responsável pela organização da visualização dos slides (representados pelo controle `SlideViewer`) em todos os modos de exibição.

Apêndice B

Princípios e heurísticas de usabilidade

Durante o desenvolvimento do protótipo princípios e heurísticas de usabilidade foram utilizados como base para a elaboração dos elementos da interface e interação da ferramenta. Nas seções seguintes é apresentado um breve resumo das obras dos principais autores utilizados, Nielsen [58], Norman [59] e Preece [60].

B.1. Heurísticas de Usabilidade de Nielsen

Nielsen [58] define 10 princípios gerais para o *design* de interfaces:

- **Visibilidade do status do sistema:** O sistema sempre deve deixar o usuário informado sobre o que está ocorrendo, através de um *feedback* em tempo razoável.
- **Compatibilidade do sistema com o mundo real:** O sistema deve falar a linguagem dos usuários, utilizando para isso palavras, frases e conceitos que são familiares, ao invés de usar termos e expressões específicas do sistema. Deve também seguir convenções do mundo real, fazendo a informação aparecer em ordem lógica e natural.
- **Controle do usuário e liberdade:** Usuários geralmente escolhem funções do sistema de forma errônea e precisam de uma “saída de emergência” para deixar o estado indesejado sem passar por caminho longo. Deve suportar funções de *undo e redo*.
- **Consistência e padrões:** Usuários não devem se preocupar se diferentes palavras, situações ou ações significam a mesma coisa. O sistema deve seguir padrões de uso desse tipo de palavra.

- **Prevenção de erros:** Muito melhor do que exibir boas mensagens de erro é possuir um design que evita que os erros ocorram. Isso pode ocorrer, por exemplo, através da exibição de telas de confirmação após ações importantes no sistema.
- **Reconhecimento ao invés de relembração:** Minimizar a carga de elementos que o usuário deve manter na memória, fazendo com que os objetos, ações e opções fiquem visíveis. O usuário não deve ser obrigado a memorizar informação de uma parte do sistema quando fizer o acesso a outra. Instruções para o uso do sistema devem estar visíveis ou serem facilmente obtidas quando preciso.
- **Flexibilidade e Eficiência de uso:** Aceleradores – não visualizados por usuários novos – podem otimizar a interação para os usuários avançados.
- **Estética e design minimalista:** Diálogos não deveriam conter informação que não é relevante ou é raramente necessária. Cada unidade extra de informação exibida compete com uma informação relevante, diminuindo assim sua visibilidade relativa.
- **Ajudar usuários a reconhecer, diagnosticar e a recuperar erros:** Mensagens de erro deveriam ser expressadas em linguagem textual (sem códigos), justamente para indicar o problema e, de modo construtivo, indicar uma solução.
- **Ajuda e documentação:** Embora seja melhor possuir um sistema que pode ser usado sem documentação, pode ser importante fornecer ajuda e documentação ao usuário. Assim, essas informações exibidas devem ser fáceis de identificar, focadas na tarefa do usuário e também conter uma lista de passos a serem seguidos, sem contudo exceder muito em tamanho.

B.2. Princípios de Usabilidade de Norman

Norman [59] elaborou uma série de diretrizes de usabilidade que podem ser aplicadas a interfaces de produtos interativos:

- **Affordance:** O *affordance* de um elemento seria a dedução de qual a sua utilidade ou funcionalidade através da observação de suas características.
- **Visibilidade:** Os elementos de interface necessários para a realização de tarefas devem estar visíveis, refletindo o status do sistema naquele momento.
- **Modelo conceitual:** Os elementos de interface devem ser coerentes e consistentes, refletindo a intenção de uso para o qual foram elaborados, permitindo que o usuário elabore um chamado modelo conceitual de seu uso. O usuário deve ser capaz de prever qual ação, e qual conseqüente resultado, está associado a cada elemento da interface.
- **Mapeamentos naturais:** Os efeitos resultantes do acionamento de controles devem ser condizentes com associações prévias e com as expectativas do usuário.
- **Feedback:** O *feedback* fornecido pelo sistema é a informação ao usuário do resultado de suas ações e interações com os elementos da interface. Ele deve ser contínuo e significativo, permitindo que o usuário saiba quantificar o resultado de suas ações.
- **Restrições:** Com o intuito de diminuir as possibilidade de erro causadas pela interação do usuário com o sistema, é recomendado que as tarefas e funcionalidades que não fazem parte do contexto de execução fiquem desabilitadas.

- **Consistência:** Em uma interface, é recomendado que as tarefas e ações similares sigam um padrão na interação com o usuário. Isso é importante pois evita confusões no uso do sistema, diminuindo a incidência de erros e facilitando o aprendizado.

B.3. Princípios de Usabilidade de Preece

Preece [60] determina uma série de princípios de usabilidade que ela sugere que devem existir nas interfaces dos sistemas:

- **Eficácia de uso:** O sistema deve realizar as tarefas a que se propõe.
- **Eficiência de uso:** O sistema deve permitir que o usuário realize suas tarefas da maneira mais rápida e fácil possível.
- **Segurança de uso:** O sistema deve tentar ao máximo evitar que o usuário cometa erros graves.
- **Utilidade:** O sistema deve fornecer ao usuário a quantidade necessária de funcionalidades de modo que ele atinja seu objetivo com o uso do sistema.
- **Facilidade de aprender:** Um usuário novo deve ser capaz de realizar as tarefas básicas do sistema sem grandes dificuldades.
- **Fácil de memorizar (lembrar como se usa):** O usuário deve ser capaz de identificar qual sequência de ações foi necessária para realizar uma tarefa, podendo assim reproduzir esse caminho novamente se necessário.

Apêndice C

Material Utilizado na Avaliação e Testes

Este apêndice traz os materiais utilizados nas avaliações e testes realizados com o protótipo da ferramenta, conforme descrito em detalhes no Capítulo 7.

Os slides da apresentação utilizada nas avaliações são apresentados na seção C.1.

Os formulários de atividades realizadas nas avaliações são apresentados nas seções C.2 (atividades dos alunos) e C.3 (atividades do professor). Já o questionário preenchido pelos avaliadores é apresentado na seção C.4, enquanto os questionários de satisfação dos usuários são apresentados nas seções C.5 (satisfação dos alunos) e C.6 (satisfação do professor). Para a elaboração dos questionários, seguiu-se princípios [66] que visam o aumento da confiabilidade, como a elaboração de perguntas neutras (sem termos negativos), simples e diretas.

C.1) Slides da apresentação utilizada na avaliação

Os slides da apresentação são mostrados na sequência em que foram usados, conforme exibido pelas figuras a seguir:

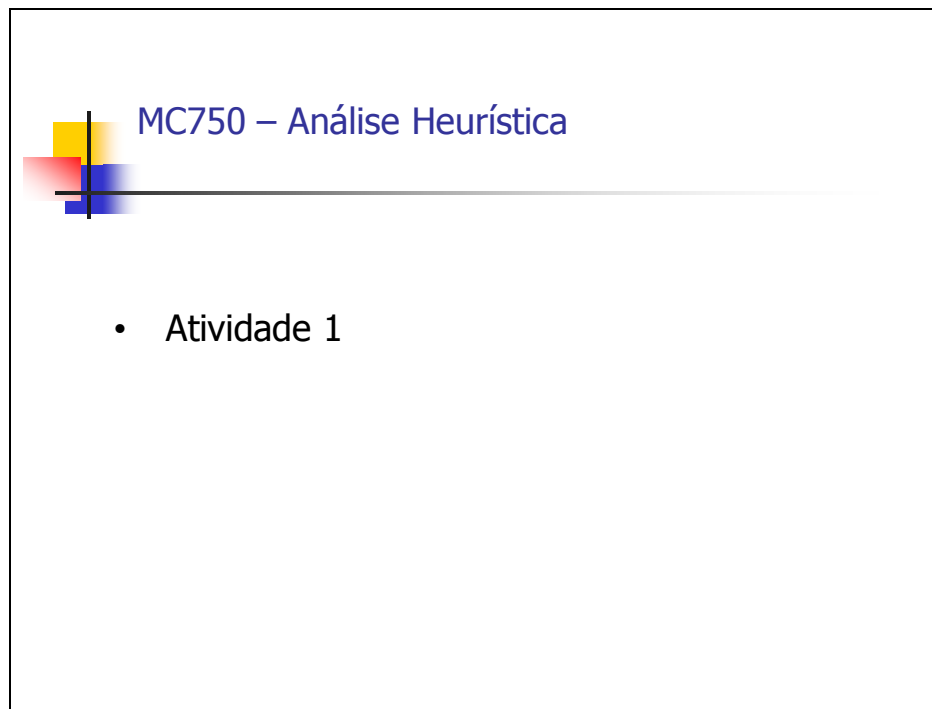


Figura C.1. Slide relativo à atividade 1 da apresentação

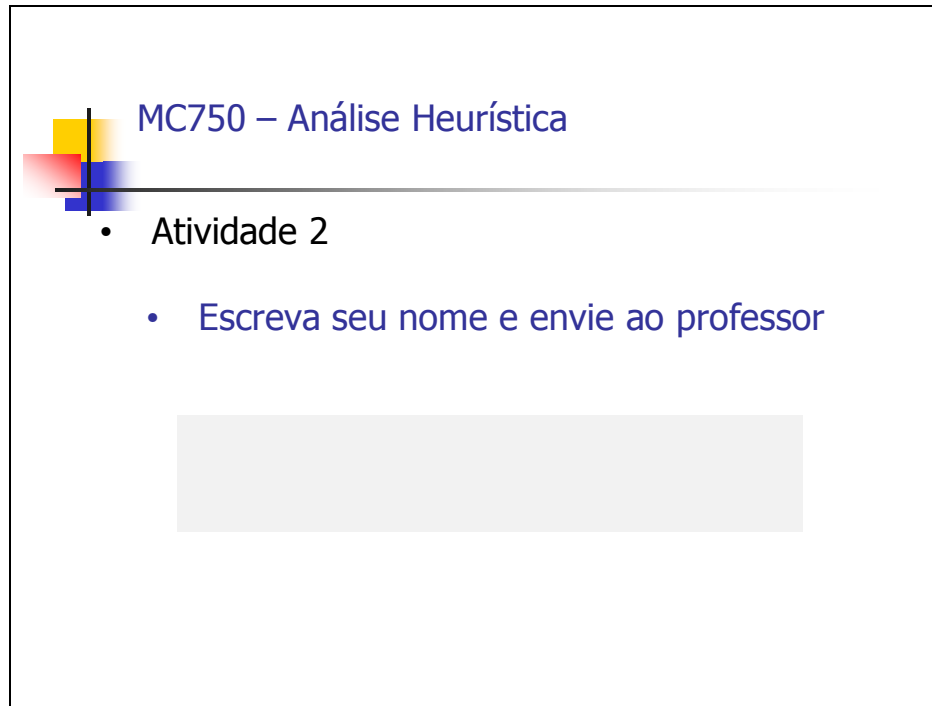


Figura C.2. Slide relativo à atividade 2 da apresentação

- Atividade 3



Recursos Educacionais
 Você está em: [Home](#) > Recursos Educacionais



Espaço da Aula



Jornal do Professor



Recursos Educacionais



Cursos e Materiais



Interação e Comunicação



Links

Recursos Educacionais

Professor(a), os recursos multimídia publicados aqui são de acesso público e estão disponíveis para enriquecer a sua aula e a aprendizagem de seus alunos. Além de poder ser baixado para sua máquina, CD-ROM ou pendrive cada material publicado nesse Portal pode ser comentado e classificado. Nesse momento, há 1963 recursos publicados e muitos outros aguardando autorização dos autores para publicação.






Áudio

Busca por palavra-chave

Categoria:

Palavra-chave:

Buscar

Selecione para buscar

Nível de Ensino:

Modalidade:

Componente Curricular:

Tema:

Tipo de Recurso:

Ordem de classificação:

Pesquisar

Figura C.3. Slide relativo à atividade 3 da apresentação

- Atividade 4



Recursos Educacionais

Você está em: [Home](#) > Recursos Educacionais



Espaço da Aula



Jornal do Professor



Recursos Educacionais



Cursos e Materiais



Interação e Comunicação



Links

Recursos Educacionais

Professor(a), os recursos multimídia publicados aqui são de acesso público e estão disponíveis para enriquecer a sua aula e a aprendizagem de seus alunos. Além de poder ser baixado para sua máquina, CD-ROM ou pendrive cada material publicado nesse Portal pode ser comentado e classificado. Nesse momento, há 1963 recursos publicados e muitos outros aguardando autorização dos autores para publicação.







Áudio

Busca por palavra-chave

Categoria:

Descrição

Palavra-chave:

Buscar

Selecione para buscar

Nível de Ensino:

--Selecione--

Modalidade:

--Selecione--

Componente Curricular

--Selecione--

Tema:

--Selecione--

Tipo de Recurso:

--Selecione--

Ordem de classificação:

--Selecione--

Pesquisar

Figura C.4. Slide relativo à atividade 4 da apresentação

- Gabarito

Recursos Educacionais
 Você está em : [Home](#) > Recursos Educacionais

A+

A-

A

Espaço da Aula

Jornal do Professor

Recursos Educacionais

Cursos e Materiais

Interação e Comunicação

Links

Recursos Educacionais
 Professor(a), os recursos multimídia publicados aqui são de acesso público e estão disponíveis para enriquecer a sua aula e a aprendizagem de seus alunos. Além de poder ser baixado para sua máquina, CD-ROM ou pendrive cada material publicado nesse Portal pode ser comentado e classificado. Nesse momento, há 1963 recursos publicados e muitos outros aguardando autorização dos autores para publicação.
 Áudio
 Busca por palavra-chave
 Categoria: Palavra-chave:

 Selecione para buscar
 Nível de Ensino: Modalidade:
 Componente Curricular: Tema:
 Tipo de Recurso: Ordem de classificação:

Figura C.5. Slide relativo ao gabarito dos exercícios propostos pelo professor

172

C.2) Questionário de Atividades de Usuário (Aluno)

Nome do Usuário: _____

Idade: _____

Tarefa 1: Acesso e identificação na ferramenta

Passo 1: Na tela inicial da ferramenta, identifique-se como aluno e forneça seu nome

Passo 2: De acordo com a explicação fornecida pelo professor, informe sua localização em sala de aula (linha e coluna)

Passo 3: Selecione a sala de aula aberta pelo professor e clique no botão “Join”

O slide de apresentação exibido é o “Atividade 1”? ☐ Sim ☐ Não

Tarefa 2: Verificação da localização pelo Mapa da Classe

Passo1: Siga a instrução contida no slide atual. (O título do slide deve ser “Atividade 2”)

1. Você obteve retorno em sua tela indicando que o slide foi submetido ao professor?
☐ Sim ☐ Não

Passo 2: Aguarde até que o professor exiba no projetor o Mapa da Classe

1. Você consegue identificar sua submissão no Mapa da Classe exibido pelo professor?
☐ Sim ☐ Não
2. A localização da sua submissão está correta?
☐ Sim ☐ Não

Se você consegue identificar sua submissão no Mapa da Classe mas a localização está incorreta, faça a tarefa a seguir (Caso contrário, vá direto até a tarefa 3):

Tarefa 2-Extra: Alteração da localização do usuário na classe

Passo 1: Identifique na ferramenta como alterar sua localização

Passo 2: Forneça a linha e coluna que você acredita serem corretas

Passo 3: Submeta novamente o slide

1. Você consegue identificar sua submissão no Mapa da Classe exibido pelo professor?
☐ Sim ☐ Não
2. A localização da sua submissão está correta?
☐ Sim ☐ Não

Tarefa 3 – Avaliação Heurística

Passo 1: Faça até 3 marcações no slide “Atividade 3” identificando locais onde supostamente heurísticas de usabilidade são violadas.

Nota: Tente ser preciso, marcando estritamente os locais escolhidos. Não faça marcações desnecessárias na tela.

Passo 2: Submeta esse slide ao professor

1. Você obteve retorno em sua tela indicando que o slide foi submetido ao professor?

☐ Sim ☐ Não

Passo 3: Aguarde os comentários do professor sobre essa atividade.

1. Durante os comentários do professor, você conseguiu visualizar no projetor a sua avaliação heurística?

☐ Sim ☐ Não

2. Você obteve retorno do professor em relação a sua avaliação heurística:

Não concordo veementemente	Não concordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente

3. Foi possível comparar sua avaliação heurística com a de seus colegas:

Não concordo veementemente	Não concordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente

Tarefa 4 – Avaliação Heurística com Tags:

Passo 1: Siga instruções do professor de como associar heurísticas (chamadas de *tags* no contexto da ferramenta) a marcações de um slide

Passo2: Faça as mesmas marcações da atividade 3, mas associando as heurísticas correspondentes a elas.

Passo 3: Submeta esse slide ao professor

1. Você obteve retorno em sua tela indicando que o slide foi submetido ao professor?

☐ Sim ☐ Não

Passo 4: Aguarde os comentários do professor sobre essa atividade.

1. Durante os comentários do professor, você conseguiu visualizar no projetor a sua avaliação heurística?

☐ Sim ☐ Não

2. Você obteve retorno do professor em relação a sua avaliação heurística:

Não concordo veementemente	Não concordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente

3. Foi possível comparar sua avaliação heurística com a de seus colegas:

Não concordo veementemente	Não concordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente

C.3) Questionário de Atividades de Usuário (Professor)

Nome: _____

Disciplina: _____

Tarefa 1: Abertura da aula

Passo 1: Crie uma aula na ferramenta

Passo 2: Abra a apresentação da aula

Passo 3: Prepare o gabarito da avaliação heurística, associando *tags* às marcações.

Passo 4: Explique aos alunos sobre o posicionamento geográfico (linha/coluna)

Aguarde até os alunos executarem suas respectivas “Tarefa 1”

Tarefa 2: Verificação da localização dos alunos pelo Mapa da Classe:

Passo1: Posicione a aula no slide “Atividade 2”

Passo 2: Abra o modo de visualização Mapa da Classe e selecione o deck de submissões dos alunos associado a esse slide.

1. Você consegue identificar quais e quantos alunos enviaram submissão?

☐ Sim ☐ Não

Aguarde até que todos os alunos enviem suas submissões.

Passo 3: Escolha aleatoriamente uma localização (linha/coluna) que contenha uma submissão. Visualize essa submissão e descubra o nome do aluno e sua localização (linha/coluna) no mapa da sala de aula.

1. Você consegue identificar em sala de aula o aluno que enviou a submissão?

☐ Sim ☐ Não

Passo 4: Pergunte ao aluno escolhido no passo 3 qual o seu nome.

1. Esse nome é o mesmo indicado no Mapa da Classe pela ferramenta?
(*nota: verifique a indicação que a ferramenta faz do nome do aluno, e não o eventual nome que o aluno escreveu no slide*)

☐ Sim ☐ Não

Tarefa 3 – Avaliação Heurística

Passo 1: Posicione a aula no slide “Atividade3”

Passo 2: Aguarde que todos os alunos enviem suas submissões

Passo3: Utilize o modo de visualização “Grupos” e comente as submissões dos alunos.
(Se precisar, utilize o modo “Mapa da Classe” para visualizar as posições geográficas dos alunos)

1. Você conseguiu visualizar corretamente as submissões de todos os alunos no modo “Grupos” ?
☐ Sim ☐ Não
2. O agrupamento das submissões dos alunos ajudou a quantificar o desempenho da classe na atividade:

Não concordo veementemente	Não concordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente

3. O agrupamento das submissões dos alunos permitiu dar um retorno específico aos alunos sobre sua atividade:

Não concordo veementemente	Não concordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente

Passo 4: Utilize o modo de visualização “Espiral” e comente as submissões dos alunos.
(Se precisar, utilize o modo “Mapa da Classe” para visualizar as posições geográficas dos alunos)

1. Você conseguiu visualizar corretamente as submissões de todos os alunos no modo “Espiral” ?
☐ Sim ☐ Não
2. O agrupamento das submissões dos alunos ajudou a quantificar o desempenho da classe na atividade:

Não concordo veementemente	Não concordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente

3. O agrupamento das submissões dos alunos permitiu dar um retorno específico aos alunos sobre sua atividade:

Não concordo veementemente	Não concordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente

Tarefa 4 – Avaliação Heurística

Passo 1: Posicione a aula no slide “Atividade 4”

Passo 2: Aguarde que todos os alunos enviem suas submissões

Passo3: Habilite o *highlight* das *tags* e também habilite a opção de comparação dos slides por *tags*.

Passo4: Use o modo “Normal” para analisar e comentar as submissões dos alunos.

1. Você conseguiu visualizar as *Tags* (Heurísticas) associadas às marcações dos alunos?
☐ Sim ☐ Não
2. A visualização das *Tags* (Heurísticas) associadas às marcações dos alunos ajuda na avaliação do desempenho da classe na atividade.

Não concordo veementemente	Não concordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente

Passo5: Utilize o modo de visualização “Grupos” e comente as submissões dos alunos. *(Se precisar, utilize o modo “Mapa da Classe” para visualizar as posições geográficas dos alunos)*

1. Você conseguiu visualizar corretamente as submissões de todos os alunos no modo “Grupos” ?
☐ Sim ☐ Não
2. O agrupamento das submissões dos alunos ajudou a quantificar o desempenho da classe na atividade:

Não concordo veementemente	Não concordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente

3. O agrupamento das submissões dos alunos permitiu dar um retorno específico aos alunos sobre sua atividade:

Não concordo veementemente	Não concordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente

Passo 6: Utilize o modo de visualização “Espiral” e comente as submissões dos alunos. *(Se precisar, utilize o modo “Mapa da Classe” para visualizar as posições geográficas dos alunos)*

1. Você conseguiu visualizar corretamente as submissões de todos os alunos no modo “Espiral” ?
☐ Sim ☐ Não
2. O agrupamento das submissões dos alunos ajudou a quantificar o desempenho da classe na atividade:

Não concordo veementemente	Não concordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente

3. O agrupamento das submissões dos alunos permitiu dar um retorno específico aos alunos sobre sua atividade:

Não concordo veementemente	Não concordo	Indiferente	Concordo	Concordo totalmente

C.4) Questionário do Avaliador

Nome do Avaliador: _____

Email do Avaliador: _____

Idade: _____

Nome do Usuário: _____

Tarefa 1:

Horário Início: _____ **Horário Fim:** _____

Erros e dificuldades:

Quantidade de submissões de slides:

Quantidade de interações (perguntas, dúvidas, comentários) feitos em voz alta:

Usuário completou tarefa com sucesso? ☐ Sim ☐ Não

Comentários sobre a tarefa:

Tarefa 2:

Horário Início: _____ Horário Fim: _____

Erros e dificuldades:

Quantidade de submissões de slides:

Quantidade de interações (perguntas, dúvidas, comentários) feitos em voz alta:

Usuário completou tarefa com sucesso? ☐ Sim ☐ Não

Comentários sobre a tarefa:

Tarefa 3:

Horário Início: _____ Horário Fim: _____

Erros e dificuldades:

Quantidade de submissões de slides:

Quantidade de interações (perguntas, dúvidas, comentários) feitas em voz alta:

Usuário completou tarefa com sucesso? ☐ Sim ☐ Não

Comentários sobre a tarefa:

Tarefa 4:

Horário Início: _____ Horário Fim: _____

Erros e dificuldades:

Quantidade de submissões de slides:

Quantidade de interações (perguntas, dúvidas, comentários) feitas em voz alta:

Usuário completou tarefa com sucesso? ☐ Sim ☐ Não

Comentários sobre a tarefa:

C.5) Questionário de Satisfação de Usuário (Aluno)

Nome: _____

1. Independentemente da tarefa realizada, você acredita que o professor foi capaz de comentar e dar um retorno sobre suas atividades?

2. Independentemente da tarefa realizada, você acredita que foi capaz de acompanhar o desempenho dos seus colegas na atividade?

3. Na sua avaliação, quais os pontos negativos da ferramenta?

4. Na sua avaliação, quais os pontos positivos da ferramenta?

5. Gostaria de acrescentar algum comentário?

C.6) Questionário de Satisfação de Usuário (Professor)

Nome: _____

1. Independentemente da tarefa realizada, você acredita que você foi capaz de comentar e dar um retorno sobre as atividades dos alunos?

2. Na sua avaliação, quais os pontos negativos da ferramenta?

3. Na sua avaliação, quais os pontos positivos da ferramenta?

4. Gostaria de acrescentar algum comentário?

Apêndice D

Relatório sobre a utilização de Tablets PCs no ensino superior

D.1) Autores:

Os autores deste relatório são a Professora Doutora Heloísa Vieira da Rocha e os alunos de pós graduação do Instituto de Computação da Unicamp André Constantino da Silva, Ariel Vargas, Eduardo Hideki Tanaka, Ricardo Edgard Caceffo e a aluna da Faculdade de Educação da Unicamp Mariana da Rocha Corrêa Silva.

D.2) Contexto:

No segundo semestre letivo do ano de 2007 realizou-se um teste de uso da tecnologia de Tablets PCs com alunos de graduação da disciplina “MC750 - Projeto e Construção de Interfaces de Usuário” do curso de Ciência da Computação da Unicamp.

A disciplina contou no total com 5 professores (além da professora Heloísa, mais 4 alunos de pós-graduação foram convidados a participar e ministrar algumas aulas) e 40 alunos de graduação, sendo oferecida em sala de aula específica no laboratório de Tablets PCs do prédio do Ciclo Básico I da universidade.

Dos 21 Tablets existentes no total, 1 foi utilizado pelo professor e os demais 20 estavam disponíveis aos alunos. Por questões de segurança os alunos deveriam retirar o Tablet com o funcionário responsável do andar, que manteria em seu poder o RA dos alunos durante o período de uso do equipamento.

A dinâmica das aulas consistiu-se basicamente no uso do software Classroom Presenter [41][2], usado para promover a interação dos alunos e professor (alunos anotam nos slides da aula e enviam anotações aos professores). Os alunos também foram convidados a apresentar seminários

usando o Presenter. Isso serviu para que eles pudessem identificar quais são as dificuldades e desafios que um professor tem no uso desta nova tecnologia.

Em algumas aulas o professor utilizou outros softwares, instalados previamente nos Tablets PCs, para demonstrar aos alunos exemplos de interfaces ou softwares de acessibilidade, como por exemplo leitores de tela (os alunos utilizaram fones de ouvido para ouvir os textos).

Nenhum dos professores nem alunos havia utilizado antes, em ambiente educacional, a tecnologia baseada em caneta eletrônica. Assim, os testes serviram para avaliar qual o impacto desta tecnologia em sala de aula, além de identificar quais características são imprescindíveis para implantação de um ambiente interativo, colaborativo e de aprendizado ativo, e quais são os obstáculos a serem superados.

A escolha do software Classroom Presenter foi feita por esta ferramenta ser uma das mais empregadas para aulas colaborativas com Tablet PCs em universidades de todo o mundo, tendo sido utilizado com sucesso em mais de 15 cursos de computação nos EUA [41] e também em uma disciplina em uma universidade chinesa [25]. O fato de o código ser livre e aberto também foi fator determinante nesta escolha.

D.3) Dados obtidos

Observou-se que apesar de inicialmente os alunos terem se mostrado muito interessados pela novidade, com o decorrer das aulas houve um crescente desinteresse na utilização do Tablet PC e do Presenter (alguns alunos não acompanhavam mais as aulas com os Tablets, enquanto outros não realizavam anotações etc.).

Para quantificar isso, no período de 11 de setembro a 23 de outubro de 2007 foram aplicados questionários por meio da ferramenta Enquete do ambiente TelEduc²⁰ para os professores e alunos da disciplina. Também foram aplicadas questões dissertativas e para os alunos foi aberto um Fórum de Discussão no TelEduc para que eles postassem suas impressões sobre a metodologia e tecnologia empregada nas aulas.

²⁰ <http://www.teleduc.org.br>

A partir das respostas obtidas nas enquetes, sabe-se que dos 26 alunos que responderam todos possuem computadores em casa sendo 92,3% com o sistema operacional Windows. Constatou-se que apesar de 73% utilizarem os computadores de casa para desenvolver as atividades da disciplina, apenas 15,38% instalaram o Presenter em suas máquinas pessoais.

Em relação aos professores, todos possuem computadores com Windows em casa e utilizam estas máquinas para preparar as aulas da disciplina. Verificou-se que 80% dos professores instalou o Presenter em seus computadores pessoais.

Para os alunos, perguntou-se se eles têm o hábito de fazer anotações sobre o conteúdo das disciplinas durante as aulas. Dos respondentes, 66% afirmaram que raramente fazem anotações em aulas, 11% que fazem anotações e 23% disseram que não fazem anotações em papel sobre os conteúdos das disciplinas.

Em relação às primeiras impressões sobre o uso do Tablet PC na disciplina, observou-se que dos 36 alunos que responderam o questionário, 74% consideraram que com o Tablet PC não fica mais fácil tirar dúvidas em sala de aula, sendo que dos 3 professores respondentes 66% consideraram indiferente a facilidade, ou não, de tirar dúvidas em sala de aula por meio do Tablet PC.

Sobre o compartilhamento de materiais, 100% dos professores afirmaram que é possível o compartilhamento de materiais com os alunos utilizando o Tablet PC e 66,67% concordam totalmente que os alunos também podem compartilhar materiais entre si. Já entre os alunos respondentes, 10% discordam que o Tablet PC favoreça o compartilhamento de materiais entre eles, 11% acreditam ser indiferente e a maioria concordou com a possibilidade de compartilhamento de materiais entre os colegas e com os professores.

Questionou-se também a possibilidade de o Tablet PC facilitar o *feedback* do professor sobre as atividades dos alunos. Os resultados apontam que 66% dos professores concordaram totalmente com esta possibilidade, 39% dos alunos a consideraram indiferente, 21% discordaram e 39% concordaram que o Tablet PC facilitou o feedback dado pelo professor.

Outra questão avaliou que 100% dos professores concordou com a afirmação de que as aulas ficavam mais interativas com o uso do Tablet PC. Desta forma perguntou-se aos professores o que seria “interação”, obtendo-se as seguintes respostas:

“No contexto de Computação/IHC é a utilização de um computador por um ser humano. A interação é a forma como isso acontece.” (Prof1)

“Para mim, é a possibilidade de atuar em alguma coisa, de alguma forma, potencialmente mudando o estado de um determinado ambiente ou entidade(s).” (Prof3)

“Interação em sala de aula é o contato entre todos os participantes da aula, ou seja, entre aluno-professor e aluno-aluno, seja verbalmente ou seja por escrito/desenhos para a troca de opiniões pessoais, opiniões de terceiros que a pessoa se lembra e deseja citar, histórias pessoais relacionadas com o conteúdo, expressão de dificuldades, como por exemplo realizar perguntas para esclarecimento do que está sendo aprendido, entre outras, que auxiliem no aprendizado. Creio que podemos considerar também como forma de interação o contato dos participantes com materiais didáticos, seja texto, figura, áudio, vídeo, etc que de algum modo colabore com a formação do participante. Pois alguém criou este material didático, logo temos uma interação indireta entre o autor do material e a pessoa que está lendo esse material. Podendo ser unilateral, quando o leitor não tem como contactar com o criador do material, ou bilateral, quando o leitor possui este meio de contato, podendo então esclarecer dúvidas, sugerir modificações. Até mesmo quando é unilateral, caso ocorra a necessidade, o aluno irá interagir com outro material para esclarecer dúvidas ou buscar refinar seus conhecimentos. Vejo como uma aula pouco interativa aquela aula muito expositiva, que o conhecimento fica centrado no professor (ou nos slides que apóiam o professor) e com pouca participação do aluno, quando o aluno só participa para esclarecer uma dúvida de compreensão do que está em exposição para aprendizado. Do outro lado, uma aula muito interativa permite ao aluno construir seu conhecimento seja através de uma comunicação com o professor, com outros alunos ou até mesmo com materiais, como por exemplo, vasculhando conteúdo na internet. “(prof2)

Já a concordância dos alunos sobre a melhoria da interatividade das aulas com o uso dos Tablets PCs ficou dividida da seguinte forma: 15,63% discordaram, 15,63% consideraram indiferente, 48,88% concordaram e 21,88% concordaram totalmente com a afirmação que as aulas com o Tablet PC são mais interativas.

Todos os professores afirmaram não estarem satisfeitos com os softwares disponíveis para o Tablet PC para uso em sala de aula, enquanto que 53,13% dos alunos consideraram esta questão indiferente e 37% concordaram com a visão dos professores.

Para 100% dos professores os alunos têm maior interesse nas aulas que utilizam o Tablet PC. Já os alunos se dividiram da seguinte maneira em relação a esta questão: 34% discordaram, 31% consideraram esta questão indiferente e 34% afirmaram ter maior interesse nas aulas em que utilizavam o Tablet PC.

Com relação à participação dos alunos, 67% dos professores consideravam que esta participação aumentava quando estavam usando o Tablet PC em sala de aula, enquanto 33% consideravam indiferente a questão. Já 43% dos alunos consideravam maior a participação, 28% eram indiferentes e 28% discordavam sobre o aumento da participação estar relacionado ao uso do Tablet PC.

Os professores e alunos ainda foram questionados se era importante para os alunos o contato com tecnologias tipo o Tablet PC em seu processo de formação. Sobre isso, 100% dos professores e 58% dos alunos acreditavam que este contato era importante.

Os professores ficaram divididos quando questionados sobre a capacidade de o Tablet PC auxiliá-los na resolução de problemas relacionados ao conteúdo da disciplina. Sobre este aspecto, os professores afirmaram que:

“Eu acho que ajuda a resolver problemas quando o aluno tem a necessidade de escrever e desenhar de forma rápida podendo compartilhar suas resoluções com o professor e outros colegas. Eu vejo muito uso nas disciplinas que têm exercícios nos quais os alunos desenvolvem diagramas, ou problemas de cálculo, matemática e teoria da computação.” (Prof1)

“Creio que o Tablet PC, através do acesso a internet, oferece recursos para que o aluno vasculhe mais materiais que o auxiliariam a tirar alguma dúvida ou que apresentem um caminho para se resolver o problema que lhe foi proposto em sala de aula. Creio que o principal diferencial do Tablet PC é permitir digitalizar a solução do aluno, e com isso manipular o conteúdo digital de forma a adequar as suas necessidades. Por exemplo, enviar ao professor para que este possa discutir a sua solução, projetando nos demais Tablets ou na tela de projeção, sem precisar copiar em um quadro.” (Prof2)

“Acredito que estimula os alunos a interagirem mais entre eles e com o professor. Portanto, no mínimo, há um enriquecimento da solução do problema e um compartilhamento de conhecimentos. Adicionalmente, dependendo do tipo de problema, a solução pode ser facilmente elaborada com o potencial do Tablet, especialmente a caneta.” (Prof3)

Sobre os recursos do Tablet PC utilizados pelos professores em suas aulas, as respostas obtidas foram:

“Até o momento eu utilizei o Classroom Presenter, pela possibilidade que ela dá de o aluno enviar suas anotações para o professor. Dessa forma, é possível obter a participação dos alunos e comentar o que eles produzem durante a aula.” (Prof1)

“Na aula eu uso o software Classroom Presenter para que os alunos possam acompanhar os pontos base para criação do conhecimento, e através da submissão de opiniões pelo programa, eles colaborarem na aula. Para isso, utilizamos a caneta do Tablet PC (os alunos podem escrever e desenhar), e a rede. Utilizo também um projetor (embora gostaria de realizar uma aula sem este equipamento, para verificar se os alunos ficam mais motivados a realizarem anotações nos *Tablets*, pois estariam a olhar para ele. Pode ser que conflite um pouco, pois creio que é tendência do ser humano olhar para quem está falando, e o professor ficando do lado da projeção, facilita ao aluno olhar o professor e quando desejável olhar os slides. Portanto uso o Classroom Presenter pois é o software que permite aos alunos enviarem contribuições a aula.” (Prof2)

“Nas aulas, utilizei praticamente apenas o Classroom Presenter, por este possibilitar consultas aos alunos de várias maneiras. Como o tema da aula foi acessibilidade, mostrei também algumas tecnologias assistivas de software (Dasher, lupa, leitor de

telas e teclado virtual) e permiti aos estudantes experimentarem cada uma delas no Tablet, o que foi muito bem recebido - e todas funcionaram muito bem no equipamento. (Prof3)

Os professores também foram questionados sobre as principais diferenças observadas por eles em uma aula com o Tablet PC em relação a uma aula tradicional. As respostas obtidas foram:

“A principal diferença é a participação interativa dos alunos através do Tablet. Não que uma aula tradicional não permita a participação do aluno. Mas o Tablet facilita que o aluno mostre ao professor e a todos o que produziu. No entanto, a preparação das aulas exige que o professor planeje essa participação dos alunos e o que vai ser feito com o resultado disso. Esse planejamento não é fácil em um primeiro momento, pois exige uma mudança de como o professor elabora a sua aula.” (Prof1)

“As aulas com o Tablet PC na forma como eu o utilizo com os alunos permite uma forma diferenciada na realização de exercícios, que ao serem enviados para o professor, este pode escolher quais resoluções deseja comentar (professor pode guiar os alunos no conhecimento, por exemplo, discutindo as resoluções que ele acha mais pertinente) ou apresentar a opinião geral dos alunos. Sem o apoio do Tablet PC, necessitaria que alguns alunos se voluntariassem a escrever suas resoluções no quadro, quando uso o Tablet as resoluções não precisam ser reescritas, o que diminui o tempo gasto em um exercício. Por enquanto, vejo que pouca anotação é realizada pelo aluno. A maior contribuição está sendo mesmo na possibilidade dita anteriormente.” (Prof2)

“Nas aulas com o Tablet, se o professor desejar, os estudantes são estimulados a participar mais ativamente, todos* podem interagir mais com a aula. Porém, uma aula com Tablet (e o Classroom Presenter) em geral demora mais para começar, pois todos precisam pegar os Tablets, ligá-los, logar, conectar-se ao Presenter e esperar o deck chegar (isso quando a rede deixa). Também há mudanças na própria forma de preparar e conduzir a aula, para englobar as participações/interações dos estudantes via Tablet. (*se houver Tablet para todos em sala de aula).” (Prof3)

Sobre a importância da infra-estrutura de rede para o trabalho com o Tablet PC em sala de aula os professores afirmaram que:

“É muito importante. Pois uma aula planejada para a utilização do Tablet pode virar uma catástrofe se a infra-estrutura falhar. Por exemplo se a rede cair a todo instante pode acabar com a interação dos alunos com o professor. Se isso for imprescindível pode comprometer o desenvolvimento da aula. “ (Prof1)

“A rede é fundamental. Uma rede que fica caindo a todo o momento atrapalha e muito a aula com os Tablets. O desktop e o projetor também são de suma importância como uma "saída alternativa" no caso dos Tablets falharem e mesmo como um complemento aos Tablets.” (Prof3)

“Grande importância, é necessário ter uma rede de qualidade boa ou ótima e um software bem desenvolvido que garanta a entrega dos slides e troca de tinta. O atraso no envio dos slides faz com que a aula demore a começar, o que pode deixar os alunos desmotivados. Muitos alunos chegam após a aula ter começado, logo é preciso ter uma boa rede para que ao chegarem, já se conectem e recebam os slides. A demora no recebimento dos slides faz com que os alunos se distraiam, usando o Tablet PC para outras coisas não relacionadas a aula, como navegação na Web. Os materiais didáticos devem permitir que os alunos contribuam com sua opinião ou resoluções de exercícios, ou que o software permita aos alunos auxiliar ao professor montar o material durante a aula. Caso o Tablet seja usado somente para apresentar os slides, e como os Tablets não são dos alunos, pois são do nosso laboratório, creio que eles se sentem pouco motivados a realizarem anotações para acessarem de um outro computador. O software também deve ser flexível o bastante para deixar se adequar a natureza dinâmica de uma aula. Quando o professor sentir necessidade de realizar novos exercícios, ou solicitar a colaboração dos alunos (por exemplo, através de busca na internet), que isso possa ser realizado.” (Prof2)

E em relação aos objetivos de cada professor com o uso do Tablet PC em suas aulas, as respostas foram as seguintes:

“Utilizar essa nova maneira de planejar e executar uma aula de modo a tornar as aulas mais produtivas e interessantes para os alunos. Com isso, aumentar o interesse e a aprendizagem. Além disso, é bastante interessante verificar "como", "quanto" e "se" a utilização de uma tecnologia como o Tablet pode trazer benefícios para as aulas.” (Prof1)

“1) Aprender a planejar aulas em um laboratório equipado com Tablet PC 2) Perceber o impacto da tecnologia em sala de aula 3) Levantar as necessidades de software para apoiar os alunos e o professor em sala de aula “(Prof2)

“Primeiro, aprender a usá-lo como um recurso para as aulas. Segundo, possibilitar um *feedback* imediato aos estudantes - dá para saber se estão com dúvidas ou se não entenderam algum tema pelas participações deles com o Tablet durante a aula. Terceiro, tornar as aulas mais dinâmicas e participativas.” (Prof3)

Na metade do semestre foi aberto em Fórum de Discussão para que os alunos colocassem suas impressões sobre como o uso do Tablet PC estava acontecendo na disciplina. Alguns alunos disponibilizaram suas impressões e as confrontaram com as primeiras expectativas e impressões descritas anteriormente a partir dos resultados das enquetes.

Nestes depoimentos pode-se identificar diversos aspectos do uso do Tablet PC na disciplina, tanto positivos quanto negativos, observados pelos alunos. Um dos aspectos negativos colocados por todos os alunos que se manifestaram no Fórum foi a dispersão que usar um Tablet PC em sala de aula pode causar. A seguir algumas falas que relatam este problema:

“O Tablet pode ser uma distração a mais ao aluno durante a aula. Pode-se ficar desenhando ou navegando na internet.”

“Usar Tablets (ou qualquer outro computador) está tirando a atenção dos alunos na aula.”

“Como de antemão eu já sabia que usar o Tablet me distrairia, sempre acompanhei as aulas com algum amigo, nunca peguei um Tablet em meu nome. Nas últimas aulas, estou acompanhando pela lousa mesmo(e me juntando a algum grupo nos momentos de interação).”

“Eu parei de pegar um Tablet para assistir a aula e, após isso, tenho prestado mais atenção a aula.”

“O uso de Tablets durante as aulas da disciplina está mais atrapalhando o rendimento dos alunos do que ajudando. A atenção da maioria da turma é desviada das aulas. O

peçoal fica navegando na internet, checando emails ou até fazendo exercícios de laboratório de outras disciplinas durante as aulas.”

Outro aspecto negativo relatado foi em relação à infra-estrutura de rede disponível para as atividades com o Tablet PC durante as aulas. Os alunos relataram problemas de conexão e lentidão, o que dificulta o trabalho tanto de alunos como dos professores. A seguir algumas falas dos alunos:

“A rede quase sempre cai durante a aula. Isso gera certa frustração e desinteresse dos alunos em utilizar o Tablet PC nas próximas aulas.”

“Lentidão e falta de sincronismo prejudicam o andamento e desanimam os alunos. ”

“As aulas estão em média começando 15-20 minutos atrasado para que todos consigam ter os slides nos Tablets.”

Os alunos também não se mostraram satisfeitos com a dinâmica imposta para que eles pudessem pegar um Tablet PC antes da aula.

“A, mesmo que pouca, burocracia, pode desestimular o aluno a pegar o Tablet. ”

“Outro fator que atrapalha é a burocracia para pegar o Tablet. Perde-se tempo esperando a vez, entregando o RA e assinando o caderno, o que atrasa o início das aulas.”

Em relação à possibilidade de uso da caneta para fazer anotações durante a aula usando o Tablet PC, a grande maioria dos alunos acredita que esta não é a melhor maneira para fazer anotações e que a caneta poderia ser utilizada para outros fins (ou simplesmente substituída pelo mouse), devido à maior facilidade de uso do teclado para escrever. A seguir algumas observações dos alunos sobre este aspecto:

“Não usaria os Tablets para fazer anotações porque demora muito pra postar o arquivo no TelEduc e ainda por cima eu tenho que logar de novo nele pra conseguir as anotações de volta. Mais prático seria anotar em um caderno. ”

“As aulas estão mais cansativas (ficar escrevendo nos slides é muito chato, se for só para isso é mais fácil usar caderno) e perdendo muito tempo com as interações.”

O grande problema que vejo dos Tablets é a baixíssima eficiência que se tem para digitar coisas. Ninguém que digita bem está disposto a usar a caneta para escrever. É devagar e os aplicativos de reconhecimento de texto são muito ruins. Textos escritos não são tão interessantes quanto textos digitados, pois não podemos fazer copy/paste, a pessoa pode ter péssima caligrafia e gastam mais memória.”

“A opção de permitir anotações sobre os slides não é realmente obrigatória, porque os alunos podem fazer suas anotações em um caderno. Certas disciplinas atualmente envolvem tão pouca interação com os alunos (como as Físicas 1 e 3) que somente este modo de operação já traria algum ganho. Particularmente, entre escrever com a caneta sobre a tela de um Tablet e usar um caderno, eu prefiro o caderno. E entre o caderno e o teclado, eu prefiro o teclado, porque digito mais rápido do que escrevo e posso editar o texto mais livremente do que no papel.”

“A tecnologia pen based me pareceu de início, e continua parecendo, muito boa. Eu continuo gostando de usar a caneta p/ várias coisas que p/ mim o mouse era suficiente, e a caneta tornou melhor - EX: acho que arrastar a barra de rolagem do browser é mais fácil c/ caneta q com mouse - e acredite, não consigo usar o scroll do mouse...”

Sobre isso, vale lembrar que a maioria dos alunos não está acostumada a fazer anotações durante as aulas de nenhuma disciplina e o Tablet PC não incentivou os alunos neste aspecto. Uma pergunta disponibilizada para eles na Enquete foi se eles utilizavam o Classroom Presenter para fazer anotações durante as aulas e as respostas estavam divididas da seguinte forma: 41% raramente fazem anotações, 34% não fazem anotações, 11% utilizam o Classroom Presenter para anotações e 15% fazem anotações, mas não utilizam a ferramenta.

Os alunos também fizeram observações sobre o Classroom Presenter: interface de usuário, formas de utilização, velocidade de interação etc. A seguir alguns depoimentos coletados do Fórum:

“(…) Voltando ao Presenter, temos de novo muita liberdade, se quando ligássemos o Tablet aparecesse o Classroom Presenter e ficássemos presos a ele, o grau de evasão (para o gmail, jogos, etc.) seria muito menor. Estando dentro do Classroom Presenter ainda temos muita coisa a fazer. Várias vezes tivemos problema de alunos entrar na sala como ‘Instructor’, o que causa uma perda de tempo considerável. Poderia ter essa opção somente em um computador pré-definido e o professor sempre pegasse esse, assim os alunos cairiam automaticamente na sala que o professor abrisse. O carregamento dos slides é um problema à parte. “

“Atualmente usamos o login Aluno, e a versão 3 do Presenter já reconhece esse login (ponto positivo) então não temos como nos identificar individualmente. ”

“Os softwares utilizados por nós não são apropriados para o foco do experimento, que é a utilização de computadores por alunos durante aulas expositivas. O Classroom Presenter, especialmente, não serve como uma boa plataforma. Dá para usá-lo, mas poderia ser muito melhor. “

“Alguns detalhes técnicos que prejudicam o desempenho do uso do Classroom Presenter:

- Se sincronizo o meu Presenter com o do instrutor, várias vezes ocorre de estar fazendo uma anotação quando o instrutor muda de slide e os riscos ficam metade em cada slide. Talvez o programa pudesse esperar alguns segundos sem atividade antes de sincronizar o slide.

- Quando um instrutor faz uma anotação, demora em média de 5 a 10 segundos para que ela apareça no meu slide; às vezes, apenas alguns traços chegam."

A questão de uma maior interatividade proposta com o uso do Tablet PC em sala de aula também foi comentada pelos alunos, em grande parte negando a existência desta proposta de interação ou afirmando que a interatividade alcançada não favoreceu o processo de ensino-aprendizagem.

“Sobre a interatividade, eu não concordo. Os poucos slides que têm alguma interação, poderiam ser substituídos por uma simples pergunta da professora para a sala e quem quisesse responder levantaria a mão. ”

“Acredito que as aulas de fato se tornaram mais interativas, mas acabou sendo mais interatividade ‘não didática’ (tipo: estamos interagindo, mas não tanto com a aula, mas mais c/ e-mail, desenhos, jogos, etc). Acho que o Tablet teria sido mais bem utilizado para que as aulas expositivas ficassem mais fáceis, e não “menos” expositivas.”

“Não consigo ver como que o uso dos Tablets poderiam trazer um real aumento da interatividade e da dinâmica da aula. A única coisa que me vem em mente para ajudar na aula, é quando o professor com Tablet faz observações na apresentação (principalmente quando a mesma está cheia de gráficos, figuras, ilustrações, que nem sempre vêm completas de explicações), e isso não mostra a necessidade do aluno usar o Tablet.”

“Pelo que observei, quase ninguém realiza anotações e só participa através dos Tablets quando existe uma interação “forçada” durante a aula.”

“Também me pergunto de que formas a interação multidirecional (aluno <-> aluno, além da atual instrutor <-> aluno) poderia tornar a aula mais interessante. Talvez um sistema de feedback, onde um aluno pudesse opinar sobre a resposta de outro (ao invés de esperar o instrutor comentar); daí as respostas mais bem-avaliadas pela ‘comunidade’ seriam comentadas pelo professor... ou algo nesse sentido.”

“Creio que possuir um computador durante as aulas, sendo ou não um Tablet, ajudaria na interatividade. A vantagem do Tablet (touch screen) me parece mais algo cosmético do que realmente útil.”

Entre os pontos positivos destacados, um dos alunos colocou a seguinte questão:

“Um ponto interessante a se considerar sobre o uso do Tablet para participação na aula é que existem pessoas tímidas e que não tem o hábito de interromper a aula para tirar dúvidas ou participar. O Tablet abre uma nova forma de comunicação entre este aluno, o professor e a aula. ”

Os alunos também lembraram de aulas nas quais o uso do Tablet PC foi, na visão deles, mais efetivo do que em outras aulas e a vantagem do uso do Tablet PC em relação ao Desktop, como nas afirmações a seguir:

“A última aula foi bastante interessante e produtiva. Acredito que a maioria dos alunos aproveitou bem. O Tablet PC serviu para aplicar um teste de usabilidade na prática e sentir a dificuldade de acessar um sistema um pouco mal planejado.”

“A questão do Tablet PC vs Desktop: Acredito que um Tablet é bem melhor que um desktop, pois, em uma aula de laboratório os alunos ficam ‘escondidos atrás do monitor’ enquanto que no Tablet não. E também acho que os alunos não fazem anotações por que não estão acostumados. Os professores geralmente dão aula com slides e os alunos não tem os slides em mão. ”

O material utilizado em sala de aula para o trabalho com os Tablets PCs também foi criticado, sendo que os alunos levaram em consideração o uso que estava sendo feito, o tipo de material preparado pelo professor e a vantagem ou não do uso do Tablet PC no contexto da disciplina.

Importante ressaltar que é necessária a elaboração de aulas específicas para o uso com Tablets PCs, já que o modelo educacional diverge do tradicional na medida em que o conteúdo da aula deve ser construído dinamicamente, a partir da contribuição dos próprios alunos.

Assim, em uma situação ideal existe um ambiente educacional colaborativo, onde os alunos acompanham a aula não apenas seguindo a apresentação do professor, mas fazendo comentários e anotações sobre os slides transmitidos, propondo novas idéias e soluções que são compartilhadas e transmitidas.

A seguir alguns depoimentos sobre isso:

“Por fim, queria comentar a questão do layout dos slides: por serem feitos para serem projetados, em formato paisagem, eles ficam pequenos se usamos o Tablet na posição vertical; por isso acabo deixando o Tablet na horizontal, para combinar com o layout, mas com isso inutilizo o botão de scroll, que fica em uma posição ruim. Idealmente, os slides poderiam se adaptar ao layout, como uma página web.”

“Os professores não precisam de Tablets. A caneta e a mobilidade conferidas não são tão essenciais a ponto de justificar usá-los ao invés de computadores desktops. “

“O verdadeiro potencial do uso dos Tablets ainda não foi encontrado (não é uma queixa somente aos professores, e sim a todos, pois os seminários estão indo pelo mesmo caminho, inclusive os do meu grupo, e não sabemos como fazer para melhorar isso). ”

“Só sinto falta do Tablet quando existe texto ou imagem na apresentação que é difícil de enxergar de longe.”

Por fim, podemos destacar um comentário postado por um dos alunos da disciplina, afirmando que para o uso do Tablet PC só traria ganhos para o processo de ensino-aprendizagem se mudanças na interface do software fossem realizadas.

“Acho que não houve prejuízos significativos, algumas aulas nos tomaram mais tempo, alguns recursos do Tablet nos distraíram, mas acredito que essa experiência não tão bem sucedida tem nos mostrado um exemplo muito bom de não adequação de uma interface a um propósito específico. ”

D.3) Comentários finais dos professores

Ao final do curso os professores foram convidados a expressar sua opinião sobre o uso e impacto da utilização do Tablet PC (e da ferramenta Classroom Presenter) em sala de aula. As opiniões seguem a seguir:

“É desejável que os futuros profissionais da área de computação tenham contato com diferentes dispositivos e maneiras de interação, como o Tablet PC e sua interação baseada em caneta. Esses dispositivos, entretanto, devem ser aplicados de forma a estimular o pensar e o criar pelo aprendiz, potencializando suas habilidades e sua capacidade de construir seu próprio conhecimento de forma colaborativa ou não. Ou seja, é essencial que o Tablet PC, assim como qualquer outro dispositivo a ser utilizado em sala de aula, não imponha barreiras na criatividade dos aprendizes e nas possibilidades de atividades.

A interação baseada em caneta é uma tecnologia bastante promissora. Um dos videogames mais vendidos atualmente é o Nintendo DS, que utiliza uma caneta. O Tablet PC também oferece softwares apropriados para utilização com a caneta, como é o caso do Classroom Presenter, utilizado em praticamente todas as aulas da disciplina de MC750.

Foi possível observar que os alunos da disciplina tiveram um grande deslumbramento inicial com a nova tecnologia em questão. Esta tecnologia, sozinha, contudo, não foi suficiente. O CP, como muitos alunos puderam constatar, é um software voltado para um estilo de aula instrucionista na qual a participação é sempre individual e na forma de submissões de anotações do aluno para o professor. Ou seja, não existe suporte para qualquer tipo de trabalho colaborativo entre alunos no CP. Ainda, apenas um Tablet, o do instrutor, é capaz de realizar um “broadcast” para compartilhar slides com os demais. Finalmente, o CP trabalha exclusivamente com seu próprio formato de apresentação. Não é possível, por exemplo, realizar marcações com a caneta em uma página na Web, algo que é possível de ser feito com softwares de lousa eletrônica, por exemplo, que geralmente também são dispositivos baseados em caneta.

Outros fatores quebraram o encanto dos alunos sobre o Tablet PC durante a disciplina, dentre os quais a burocracia exigida para se utilizar o dispositivo em sala de aula – e apenas em sala de aula, sempre, – e a infra-estrutura de rede da sala de aula, que se mostrou altamente comprometida e incapaz de suportar as conexões de todos os Tablets durante o período de aula. Finalmente, viu-se inúmeras vezes uma má-vontade dos funcionários do Ciclo Básico em recarregar as baterias dos Tablets PCs antes das aulas, o que fatalmente comprometeu a mobilidade dos dispositivos freqüentemente, visto que tinham que ficar conectados à tomadas da rede elétrica.

Sem dúvidas, estes problemas burocráticos e estruturais devem ser solucionados para as próximas disciplinas em que o Tablet PC seja adotado. Porém a questão mais delicada é o Classroom Presenter, que se mostrou um software precário, pouco adaptável às necessidades e potencialidades de atividades em sala de aula. É preciso urgentemente melhorá-lo ou encontrar outras opções de software para uso com o Tablet PC que possibilitem trabalhos colaborativos e algo além de apenas submissão de anotações escritas do aluno para o professor. Não é admissível desperdiçar o potencial da interação baseada em caneta pela ausência de um software decente.”
(Prof1)

“A experiência realizada na disciplina utilizando os Tablets PCs demonstrou que sozinho um novo dispositivo eletrônico não é capaz de fazer nenhuma revolução. Muitos alunos e também os professores tinham a expectativa de que um novo dispositivo tornaria o aprendizado mais eficiente e mais interessante. No entanto, o que se pode observar é que isto não aconteceu como esperado. Acredito que isso se

deva principalmente à falta de suporte de softwares que permitissem aos alunos e professores tirarem proveito dos recursos do Tablet.

Na disciplina, o software utilizado, o Classroom Presenter, possui recursos interessantes, mas é voltado a um modelo de aula no qual o professor fornece a informação para os alunos através de um broadcast e espera alguma resposta individual de cada um. Esse modelo não era adequado no contexto da disciplina, que prezava a discussão e participação ativa dos alunos. Com o CP não há cooperação entre os alunos, não há colaboração e não há troca de papéis. Por que um aluno, não pode, por exemplo, mandar alguma informação para todos da sala, trocando de papel com o professor por um momento? Ou seja, os alunos e professores tem a intenção de realizar determinadas tarefas com o auxílio do Tablet, mas os softwares disponíveis no momento, não permitem. Isso me lembra muito que aconteceu quando as escolas brasileiras começaram a ser equipadas com computadores que vinham basicamente com editores de texto e ferramentas para desenho instaladas. Não se via uma utilização eficiente dessa nova tecnologia como apoio educacional. Os computadores acabavam virando máquinas de escrever e desenhar. Hoje existem inúmeros softwares voltados para auxiliar em atividades educacionais e que permitem explorar os benefícios do computador nas escolas.

Dessa forma, acredito que, com o desenvolvimento de softwares que permitam aos alunos e professores explorarem os recursos desses dispositivos, os objetivos de melhoria do processo de ensino e aprendizagem que vislumbrávamos alcançar, através do uso de Tablets PCs em sala de aula, possam ser finalmente alcançados.”
(Prof2)

“Na primeira aula de ‘MC750 - Projeto e Construção de Interfaces de Usuário’ em que foi apresentado o Tablet PC, os alunos da disciplina demonstraram muito entusiasmo e curiosidade. Como ávidos estudantes de computação, queriam saber todas as características e testar todas as potencialidades do novo instrumento.

A grande e interessante surpresa foi o uso e interação com a caneta. Muitos já deviam conhecê-la de aparelhos e dispositivos de mão ou do vídeo-game Nintendo DS, mas com certeza a utilização no ambiente do Windows XP, sem o uso do mouse, era inédita.

Uma vez livres para a realização de testes exploratórios, os estudantes divertiram-se pintando desenhos no PaintBrush, testando o reconhecedor de escrita em inglês, jogando o divertido InkBall (uma espécie de sinuca onde o usuário deve desenhar linhas de obstáculo em uma mesa a fim de direcionar as bolinhas para a caçapa correta) e também fazendo testes com o reconhecedor de voz, onde é possível acionar comandos e aplicativos do Windows e também ditar frases, que após processamento do som, são convertidas em texto puro.

Passado o deslumbramento inicial, os alunos perguntaram-se como seriam as aulas com o inédito equipamento. A expectativa era muito positiva, de aulas mais dinâmicas e atividades que explorassem o potencial do ensino colaborativo.

Entretanto algo diferente ocorreu. Os professores, apesar de tentarem desenvolver aulas construtivistas, focadas na colaboração do alunos, se tornaram reféns da ferramenta, o que comprometeu em muito o nível de interação e flexibilidade esperados. As aulas continuaram a ser dadas de forma tradicional, sendo que as contribuições dos alunos eram limitadas a submissão para o professor de slides com respostas escritas com a caneta. O professor gastava muito tempo na leitura e correção das respostas recebidas, que não eram processadas ou agrupadas de forma alguma pelo software.

Atividades mais complexas, como a troca de materiais entre grupos de estudantes ou a possibilidade de algum aluno tomar o papel do professor, transformando o seu Tablet no emissor de broadcast para todos os demais alunos, eram inviáveis. Nem mesmo era possível a interação do software com outros aplicativos ou com a Internet, impossibilitando os alunos de realizarem, por exemplo, marcações e colagens de sites da web.

Além disso o processo de armazenamento das aulas era muito precário. O Classroom Presenter apresentou problemas de funcionamento no momento de salvar o arquivo com a apresentação, levando muitos alunos a perderem as anotações realizadas. Isso, aliado ao fato do arquivo salvo ser compatível apenas com o CP, levou muitos alunos a desistirem de realizar anotações, já que o material salvo não poderia ser visualizado nos laboratórios do Instituto de Computação e para ser visualizado nos computadores de suas residências, muitos apenas com o Linux disponível, necessitava da instalação da ferramenta, existente apenas para o ambiente Windows.

O CP também apresentou problemas de funcionamento em sua conexão de rede. Muitos alunos não recebiam os slides da aula ou os recebiam com atraso. Isso geralmente levava a um atraso no início das atividades da aula, que também deveria terminar um pouco mais cedo para permitir que os alunos que estivessem com o Tablet o devolvessem ao monitor responsável. Este problema de rede levou à adoção da nova versão disponível do aplicativo, teoricamente mais estável mas cujos arquivos de apresentação não eram compatíveis com a versão anterior.

O conjunto destes problemas e dificuldades levou os alunos a sentirem-se subestimados e desmotivados. Eles passaram a se questionar se o uso do Tablet realmente ajudaria no aprendizado, sendo que muitos deles deixaram de usá-lo, individualmente ou em grupo, para acompanhar as aulas.

Durante o curso foram propostos vários seminários em grupo, sendo que os alunos poderiam elaborar e apresentar seus trabalhos através do Tablet PC. Neste momento eles perceberam o grau de dificuldade associado à elaboração das aulas, relacionando assim as dificuldades de ensino não aos professores, mas à tecnologia. Poucos perceberam, entretanto, que o problema principal estava nas limitações da ferramenta usada, o Classroom Presenter, e não no hardware pen-based e móvel dos Tablets PCs.

Acredito assim que o conceito de ensino colaborativo vai muito além do CP, sendo necessária uma ferramenta que seja flexível o bastante para se adequar às necessidades didáticas do professor durante a aula, permitindo que os alunos construam o conhecimento através da troca de informação, conectividade com outras ferramentas (browser/web) e também verdadeira colaboração de material e conteúdo entre os próprios alunos e o professor. O professor precisa receber e dar rapidamente feedback aos alunos do material por eles submetidos, sob pena de ter a motivação e interesse dos estudantes comprometida.

A tecnologia pen-based e móvel dos Tablets PCs tem um grande potencial para ser explorada e desenvolvida e não pode ser comprometida ou subestimada pelo uso de uma ferramenta que não contribua de forma satisfatória na construção do esperado ambiente colaborativo de ensino.” (Prof 3)