

Desenvolvimento e análise de impacto de uma
aplicação colaborativa voltada para o aprendizado
utilizando interação *pen-based*

Este exemplar corresponde à redação final da
Dissertação devidamente corrigida e defendida
por Pedro Henrique Borges de Almeida e apro-
vada pela Banca Examinadora.

Campinas, 29 de Julho de 2010.



Rodolfo Jardim de Azevedo

Instituto de Computação - UNICAMP

(Orientador)

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

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO IMECC DA UNICAMP**
Bibliotecária: Maria Fabiana Bezerra Müller – CRB8 / 6162

Almeida, Pedro Henrique Borges de
AL64d Desenvolvimento e análise de impacto de uma aplicação voltada para o
aprendizado utilizando interação pen-based/Pedro Henrique Borges de
Almeida-- Campinas, [S.P. : s.n.], 2010.

Orientador : Rodolfo Jardim de Azevedo.

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

1.Pen-based computers. 2.Aprendizado colaborativo.
3.Interatividade. 4.Informática na educação. 5.Vídeo interativo . I.
Azevedo, Rodolfo Jardim de. II. Universidade Estadual de Campinas.
Instituto de Computação. III. Título.

Título em inglês: Development and assessment of a pen-based learning tool

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

Área de concentração: Informática na Educação

Titulação: Mestre em Ciência da Computação

Banca examinadora: Prof. Dr. Rodolfo Jardim de Azevedo (IE – UNICAMP)
Prof. Dr. Marco Aurélio Gerosa (IME – USP)
Profª. Dra. Cláudia Bauzer de Medeiros (IC - UNICAMP)

Data da defesa: 30/06/2010

Programa de Pós-Graduação: Mestrado em Ciência da Computação

TERMO DE APROVAÇÃO

Dissertação Defendida e Aprovada em 30 de junho de 2010, pela Banca examinadora composta pelos Professores Doutores:



Prof. Dr. Marco Aurélio Gerosa
IME / USP



Prof^a. Dr^a. Claudia Maria Bauzer Medeiros
IC / UNICAMP



Prof. Dr. Rodolfo Jardim de Azevedo
IC / UNICAMP

**Desenvolvimento e análise de impacto de uma
aplicação colaborativa voltada para o aprendizado
utilizando interação *pen-based***

Pedro Henrique Borges de Almeida¹

Junho de 2010

Banca Examinadora:

- Rodolfo Jardim de Azevedo
Instituto de Computação - UNICAMP (Orientador)
- Marco Aurélio Gerosa
Instituto de Matemática e Estatística - USP
- Cláudia Bauzer Medeiros
Instituto de Computação - UNICAMP
- Fábio M. Costa (Suplente)
Instituto de Informática - UFG
- Ricardo Torres (Suplente)
Instituto de Computação - UNICAMP

¹Suporte financeiro de: Bolsa do CNPq (processo 135962/2008-0) 2007–2009

Resumo

A introdução de dispositivos computacionais no âmbito educacional não consiste apenas da inserção de hardware e software na sala de aula. Para que se obtenham resultados positivos, é necessário identificar as expectativas dos envolvidos procurando adequá-las às práticas de ensino. Nesse aspecto, acredita-se que muito se tem a ganhar com a introdução de dispositivos computacionais no ensino, mas que é necessária uma avaliação do impacto nos alunos para identificar se essas práticas resultam numa melhor experiência de aprendizado, ainda mais que as expectativas podem variar muito em função do tópico e alunos em questão.

Os principais dispositivos de entrada dos computadores, mouse e teclado, foram projetados tendo-se a produtividade em mente, limitando assim o escopo de seu uso no ensino, principalmente em aulas que requeiram o desenho de símbolos, fórmulas e diagramas. É justamente daí que surge a importância de dispositivos como o Tablet PC, com sua interface baseada em interação *pen-based*. A caneta permite o desenho de símbolos, fórmulas e esquemas de maneira mais natural e eficaz do que com dispositivos como mouse e teclado.

Essa dissertação estuda a utilização de Tablet PCs na sala de aula na montagem de ambiente de ensino ativo e na gravação de vídeos das aulas. Os resultados mostram que os alunos consideram que o uso do Tablet PC melhora sua experiência de aprendizado, aumentando sua participação, acesso ao docente para esclarecimento de dúvidas e permitindo que haja uma maior integração entre o docente e os estudantes. O uso do Tablet

PC torna muito fácil e barato o processo de gravação das aulas. Necessitando de poucos recursos de suporte, basta que o docente grave a tela do Tablet PC juntamente com o áudio da aula para a produção dos vídeos. Esse tipo de material, como foi constatado, tem grande valor didático para os alunos, que o utilizam para revisar trechos das aulas em que tiveram dúvidas.

Um dos empecilhos para a ampla adoção desse modelo de aula, como toda inovação, é o alto custo dos equipamentos. Talvez, com o barateamento das tecnologias de implementação do hardware do Tablet, esse modelo de ensino tenha grandes chances de ser adotado por diversas instituições de ensino, a exemplo do que já ocorre em algumas pioneiras em países desenvolvidos.

Abstract

Introducing new computational devices in an educational environment isn't only giving hardware and software to the peers. It's needed to identify the peers' expectations and adequate them to the teaching methodology. The usage of computing in education can bring a great improvement in the students' learning experience, but it's necessary to access these methodologies to verify if they indeed result in a better learning experience, since the peers' expectations can vary given different subjects and students.

The main input devices used in computers nowadays, mice and keyboard, were projected towards productivity. The usage of these devices in classroom activities, especially those that includes diagram, formulas and symbols drawing are limited. Thus, the importance of pen-based interface devices like the Tablet PC. The pen, different from mice and keyboard, allow students to draw simbols, formulas and schemes in a more natural way than with these devices.

This thesis studies the Tablet PC usage in active learning environments and in the recording of screencasts. The results show that students found that the Tablet PC usage in these cenarios enhances the students' learning experience, rasing their participation, access to the teacher for clearing doubts and supporting a better integration between students and instructors. Tablet PC makes the lecture recording very easy and cheap. By recording only the Tablet PC screen its possible to avoid the necessity of a large recording crew. This videos, as the research concluded, have great value for the students, whom use

it for review parts of the recorded lectures.

The biggest challenge for the ample adoption of this lecture methodology, as any innovation, is the equipment high cost. As soon as the technology price drops, this lecture methodology has high chances of being adopted by several Universities, as it already is in some pioneers institutions in developed countries.

Agradecimentos

Aos meus familiares, que através de seu suporte permitiram que eu chegasse até aqui, e a todos os meus amigos e colegas.

Agradeço ao meu orientador, Rodolfo, tanto pela sua imensa colaboração na realização de todo o trabalho aqui realizado quanto pela amizade. Em especial, agradeço à confiança despendida em relação à condução de diversos detalhes da pesquisa e dos trabalhos realizados.

À HP por ceder o *hardware*, rede de contatos e conhecimento sobre o assunto.

Às professoras Heloísa, Claudia e Cecília pelo carinho e consideração com minha pesquisa e resultados obtidos.

Aos órgãos de fomento CNPq, CAPES e FAPESP por financiar a pesquisa realizada.

Ao IC, seja aos professores que colaboraram diretamente com minha pesquisa, seja aos funcionários que sempre se desdoblaram para ajudar a resolver os tramites burocráticos necessários.

Aos docentes do Instituto de Física “Gleb Wataghin” que colaboraram com os trabalhos realizados.

Agradeço à UNICAMP em geral por todos bons momentos vividos na Universidade.

Sumário

| | |
|---|-----------|
| Resumo | ix |
| Abstract | xi |
| Agradecimentos | xiii |
| 1 Introdução | 1 |
| 2 Conceitos básicos e trabalhos relacionados | 7 |
| 2.1 Princípios do Ensino Ativo | 8 |
| 2.2 Ambientes de Ensino Ativo usando Tablet PCs | 14 |
| 2.3 Histórico de Tablet PCs na UNICAMP | 20 |
| 2.4 Metodologia de Uso | 22 |
| 2.5 Histórico de experimentos | 27 |
| 3 Aulas ativas usando Tablet PCs em Engenharia de Software | 29 |
| 3.1 Descrição do Experimento | 29 |
| 3.2 Resultados | 35 |
| 4 Aulas ativas usando Tablet PCs e gravação de <i>screencasts</i> de Arquite- tura de Computadores | 39 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.1 | Descrição do Experimento | 39 |
| 4.2 | Resultados | 45 |
| 5 | Gravação de <i>screencasts</i> em larga escala | 65 |
| 5.1 | Descrição do Experimento | 65 |
| 5.2 | Resultados | 71 |
| 6 | Conclusões e trabalhos futuros | 87 |
| 7 | Contribuições | 93 |
| | Bibliografia | 95 |
| A | Questionário de Engenharia de Software | 101 |
| B | Questionários Arquitetura de Computadores | 103 |
| C | Questionário disciplinas com Tablet PC no primeiro semestre de 2009 | 107 |

Lista de Tabelas

| | | |
|-----|---|----|
| 3.1 | Resultados de concentração, conforto, participação e tempo de uso individual. | 36 |
| 3.2 | Resultados de acesso ao professor, dificuldade no uso dos equipamentos, se participaria de outras aulas com Tablet, organização e preferência do uso do Tablet em relação a papel e caneta. | 36 |
| 4.1 | Calendário do curso de Arquitetura de Computadores 2008 | 42 |
| 4.2 | Calendário do curso de Arquitetura de Computadores 2008 | 43 |

Lista de Figuras

| | | |
|-----|--|----|
| 2.1 | <i>Clicker</i> utilizado em sala de aula e histograma de votação | 16 |
| 2.2 | Tablet PC na forma normal e na forma <i>slate</i> | 18 |
| 2.3 | Esquemático do hardware de escrita baseado em <i>digitizer</i> magnético | 18 |
| 2.4 | Professores de física utilizando Tablet PC para ministrar aula | 23 |
| 2.5 | Exemplos de slides anotados com Tablet PC | 23 |
| 2.6 | Interface do <i>Classroom Presenter</i> | 26 |
| 2.7 | Interface do <i>DyKnow Vision</i> | 26 |
| 3.1 | Exemplo de solução de aluno usando anotações | 32 |
| 3.2 | Exemplo de solução de aluno usando Screen Capture | 33 |
| 3.3 | Sequência de experimentos ao longo do tempo | 34 |
| 4.1 | Transparências anotadas pelo docente | 44 |
| 4.2 | Transparências com soluções dos alunos | 46 |
| 4.3 | Dificuldade de adaptação dos alunos ao ambiente ativo e colaborativo | 47 |
| 4.4 | Atenção dos alunos durante aulas ativas e colaborativas | 48 |
| 4.5 | Conforto dos alunos em sala de aula | 50 |
| 4.6 | Participação dos alunos | 50 |
| 4.7 | Acesso ao professor para esclarecimentos de dúvidas durante a aula | 51 |
| 4.8 | Preferência dos alunos: papel e caneta vs. Tablet PC | 52 |

| | | |
|------|---|----|
| 4.9 | Importância do Tablet PC no aprendizado dos alunos na disciplina de Arquitetura de Computadores | 53 |
| 4.10 | Percentagem de alunos que utilizaram vídeos como material de estudo | 55 |
| 4.11 | Percentagem de alunos que tiveram problemas na visualização dos vídeos | 56 |
| 4.12 | Qualidade dos vídeos | 57 |
| 4.13 | Importância da indexação dos vídeos (para busca) | 58 |
| 4.14 | Alunos que indicaram que faltaram aula por saber que o vídeo seria colocado online | 58 |
| 4.15 | Percentagem de alunos que assistiriam a aula via WEB | 59 |
| 4.16 | Comparativo do uso de materiais didáticos no curso | 60 |
| 4.17 | Tráfego de dados no servidor, mês de Outubro | 61 |
| 4.18 | Número de acessos únicos para cada aula | 62 |
| 5.1 | Botão de gravação inserido na interface do <i>Classroom Presenter</i> | 68 |
| 5.2 | Tela de configuração de parâmetros de gravação de aulas | 69 |
| 5.3 | Entrada de dados sobre a aula a ser gravada e escolha de microfone | 70 |
| 5.4 | Tela de controle de envio de aulas para o servidor | 70 |
| 5.5 | Interface de seleção de disciplinas | 71 |
| 5.6 | Interface de seleção de aulas | 71 |
| 5.7 | Interface de visualização de vídeos com índices | 72 |
| 5.8 | Alunos com problemas para visualizar os vídeos | 73 |
| 5.9 | Comparativo do uso de materiais didáticos das disciplinas com Tablet PC no 1o semestre de 2009 | 75 |
| 5.10 | Percentagem de alunos que assistiriam a aula via WEB | 77 |
| 5.11 | Avaliação da qualidade e tempo de carregamento dos vídeos | 79 |
| 5.12 | Método de visualização de vídeos | 80 |

| | | |
|------|---|-----|
| 5.13 | Importância de indexação dos vídeos | 80 |
| 5.14 | Dificuldade de Acesso ao docente para esclarecimento de dúvidas | 81 |
| 5.15 | Alunos que faltaram a aula por causa da disponibilização dos vídeos | 82 |
| 5.16 | Avaliação do Tablet PC como plataforma de apresentação | 84 |
| A.1 | Questionário - Engenharia de Software | 102 |
| B.1 | Questionário 1 - Arquitetura de Computadores | 104 |
| B.2 | Questionário 2- Arquitetura de Computadores | 105 |
| C.1 | Questionário primeiro semestre de 2009 | 108 |

Capítulo 1

Introdução

O modelo tradicional de ensino, pautado na transmissão de conhecimento através de aulas expositivas implica que o processo de aprendizado pode ser padronizado. Esperar que todas as pessoas aprendam da mesma forma é concordar, parcial ou completamente, com a afirmação de que elas são blocos de gelo prontos para serem esculpidos por um hábil artesão (o professor) ou, como melhor coloca Pinker em [41], que elas são “folhas em branco”. Cada pessoa, além das experiências adquiridas ao longo do tempo, nasce com talentos e temperamentos diferentes determinados geneticamente que juntos, e não dicotomicamente, determinam como cada indivíduo se comporta perante determinadas situações. Uma aula expositiva coloca toda a responsabilidade no artesão, ignorando as diferenças intrínsecas existentes entre as pessoas.

Há várias décadas, pesquisadores têm proposto diferentes modelos de ensino, que procuram respeitar as diversos modos e ritmos de aprendizado de cada um dos estudantes. O ensino ativo é um modelo pedagógico que, ao longo do tempo, é aplicado de diversas formas ao redor do mundo, conseguindo obter resultados positivos em inúmeros casos. Esse modelo tem, entretanto, diversas desvantagens que podem ser amenizadas mediante o uso de tecnologia na sala de aula, que é o escopo dessa dissertação de mestrado.

Dentre a vasta diversidade de dispositivos móveis existentes nos dias de hoje, um deles tem características que tornam seu uso no ensino muito atrativo: o Tablet PC. Ele possui uma combinação de fatores como tamanho de tela, poder computacional, interface baseada em interação *pen-based* e rede sem fio que o tornam uma poderosa ferramenta quando alinhado a uma metodologia pedagógica adequada, nesse caso o ensino ativo. Através da criação de um sistema distribuído, em que o estado global do sistema são áreas de escrita compartilhadas (chamadas de slides) que podem ser trocadas entre os membros do sistema, chega-se a uma implementação bastante eficiente de uma sala de aula de ensino ativo. Os membros do sistema distribuído são Tablet PCs de alunos e do docente, conectados entre si através de redes sem fio. O Tablet PC do professor atua como uma espécie de coordenador, contendo os slides da aula e distribuindo-os para os alunos. Estes podem escrever, utilizando a interface *pen-based* dos Tablet PCs sobre as transparências e enviá-las para o Tablet PC do docente. Os slides enviados podem conter dúvidas relacionadas com as matérias, soluções de exercícios propostos durante as aulas ou até mesmo sugestões e críticas sobre a matéria. Quando utilizado na resolução de exercícios, esse ambiente permite que:

- cada aluno trabalhe no seu ritmo, sem ser interrompido pelos alunos mais brilhantes, que normalmente respondem rapidamente às perguntas dos professores;
- alunos tímidos participem da aula, fazendo com que seus slides anotados possam ser enviados de forma anônima;
- o docente tenha um retorno imediato dos estudantes sobre o conteúdo ensinado.

Em 2007 a UNICAMP, através de um *Teaching Grant* da Hewlett Packard, ganhou 21 Tablet PCs e infraestrutura para a montagem de redes sem fio. Tornou-se possível então a utilização de Tablet PCs em disciplinas da universidade de forma a implemen-

tar o ambiente de ensino ativo proposto por Anderson [2], através do uso do software *Classroom Presenter*. Existem experimentos que indicam uma melhoria do processo de aprendizado dos alunos quando há a introdução do Tablet PC e do *Classroom Presenter* nas aulas. Ao mesmo tempo em que este trabalho de mestrado procurou complementar os experimentos já existentes, buscou também comparar os resultados obtidos com os ganhos levantados por outros experimentos, a fim de garantir que as diferenças de parâmetros como número de estudantes por Tablet PC, utilização em aulas específicas, dentre outros, não afetariam os benefícios da utilização de um ambiente de ensino ativo. Em alguns casos, foi necessário modificar o software existente de forma a se adaptar ao ambiente de utilização. Os Tablet PCs foram utilizados em disciplinas de Engenharia de Software, do curso de extensão da UNICAMP, Arquitetura de Computadores, do curso de graduação em Engenharia de Computação e Mecatrônica da UNICAMP e em algumas disciplinas dos institutos de Física e de Computação no primeiro semestre de 2009 e 2010 e no segundo semestre de 2009. Nas disciplinas de Engenharia de Software e de Arquitetura de Computadores, os Tablet PCs foram utilizados em aulas de ensino ativo, consistindo em aulas de exercício utilizando o Tablet PC com áreas de escrita compartilhadas entre alunos e docente. Também na disciplina de Arquitetura de Computadores e nas disciplinas do primeiro semestre de 2009 e 2010 e no segundo semestre de 2009 os Tablet PCs foram utilizados para gravar vídeos das aulas, formados pela captura e sincronização da tela do Tablet PC e do áudio do docente. Essas gravações de aula foram disponibilizadas como material extra de consulta para os alunos.

Mediante essas modificações realizadas nos cursos, conduziram-se experimentos a fim de avaliar o impacto que o uso do Tablet PC teve no aprendizado dos alunos. Foram obtidos bons resultados, mostrando que o uso dos Tablet PCs em aulas de ensino ativo tem impacto positivo na participação dos alunos em sala de aula, no acesso ao docente para

esclarecimento de dúvidas e na importância que os alunos atribuíram ao uso do Tablet PC nas aulas. Em relação aos vídeos das aulas, pode-se destacar a alta quantidade de acessos, a manutenção de hábitos de estudo desejáveis, como uso do livro texto e listas de exercícios, a constatação do uso dos vídeos como material para esclarecimento de dúvidas e a minimização da carga de trabalho extra do docente para a disponibilização desses materiais.

Nesta dissertação são tratados os conceitos básicos e trabalhos relacionados que motivaram a pesquisa realizada e os resultados obtidos durante o mestrado. Para isto, organizou-se o texto da seguinte forma:

- **Capítulo 2:** descreve os conceitos básicos e trabalhos relacionados que serviram de fundamentação para o trabalho desenvolvido.
- **Capítulo 3:** apresenta a primeira experiência realizada com Tablet PCs na disciplina de Engenharia de Software, detalhando a metodologia e resultados obtidos
- **Capítulo 4:** apresenta como foram usados os Tablet PCs na disciplina de Arquitetura de Computadores. Além de atividades de ensino ativo, semelhantes às realizadas no capítulo 2, também foi a primeira disciplina a gravar e disponibilizar *screencasts* das aulas.
- **Capítulo 5:** mostra a utilização do Tablet PC na gravação de *screencasts* das aulas de disciplinas do primeiro semestre de 2009. Apresenta o trabalho de infraestrutura realizado e também os resultados sobre a utilização dos vídeos pelos alunos.
- **Capítulo 6:** relata conclusões acerca dos resultados encontrados sobre a utilização dos Tablet PCs no ensino, nos cenários estudados por essa dissertação e apresenta possíveis trabalhos futuros relacionados com os realizados no mestrado.

- **Apêndices:** os apêndices contém os questionários aplicados para medição dos resultados da aplicação dos Tablet PCs nas disciplinas.

Capítulo 2

Conceitos básicos e trabalhos relacionados

Na maioria das instituições de ensino, as aulas consistem em uma transmissão de conhecimento através de aulas magnas, onde o conteúdo a ser ensinado é passado pelo professor aos alunos de maneira expositiva e praticamente unilateral. De imediato podem-se encontrar alguns desafios que os professores enfrentam quando optam por utilizar esse modelo de ensino:

- Motivação dos alunos em relação ao curso;
- Participação dos alunos na sala de aula;
- Retorno do entendimento dos alunos para o professor;

Mantendo o foco no ensino superior, Race [45] mostra que os estudantes universitários tendem a apenas memorizar as informações passadas durante o curso, ao invés de aprofundar-se e entender a matéria, apresentando assim um aprendizado superficial. A motivação dos estudantes também é um fator crucial, pois é ela quem determina a abordagem e importância que eles dão à matéria cursada [16].

Uma maneira de minimizar esses problemas é através da implantação de ambientes de ensino ativo, descritos por Catarina *et al* [10] e Taille *et al*[52]. Baseados em modelos construtivistas de ensino, estes autores propõem a inserção de atividades didáticas que, através da interação entre os alunos, professores e artefatos mediadores, contrapõem-se às atividades instrucionistas tradicionais, fazendo com que os estudantes se engajem mais profundamente no processo de aprendizagem. A questão do retorno também é contemplada pois, ao invés de receber a resposta tardiamente sobre o entendimento dos alunos (por exemplo, após uma prova), os docentes passam a ter uma ferramenta que lhes permite acompanhar em espaços de tempo mais curtos, o entendimento dos alunos sobre a matéria. Numa via de duas mãos, os alunos também conseguem receber um retorno mais rápido sobre seu erros e acertos, tornando o processo de aprendizado mais dinâmico e motivador [44].

Este capítulo irá apresentar alguns dos fundamentos que justificam a eficácia do ensino ativo no aprendizado e também irá apresentar trabalhos relacionados e resultados obtidos por outros pesquisadores, mostrando o atual estado da arte referente à utilização de Tablet PCs como plataforma de implementação desses ambientes de ensino.

2.1 Princípios do Ensino Ativo

Segundo Moll [32], a eficácia de aulas baseadas nesse paradigma dependem da interação, colaboração, intersubjetividade e desempenho assistido. Desses fatores, é dada importância fundamental ao retorno que o professor fornece aos alunos acerca de seu desempenho nas atividades realizadas. A principal razão para isso é o conceito de Zonas de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Definido por Vygotsky em[56], o conceito de ZDP refere-se ao nível de desenvolvimento do aluno, sendo uma área intermediária referente ao entendimento de algum problema ou conceito. Um aluno tem um desenvolvimento real,

correspondente ao nível de problemas que ele consegue resolver sozinho, e um desenvolvimento potencial, correspondente ao nível de problema para os quais é necessário ajuda de colegas ou professores para se resolver determinado problema. Um aluno na ZDP em relação a algum tema esgotou sua capacidade individual, necessitando assim de auxílio externo para avançar nos seus estudos. Por mais que esse indivíduo se esforce ou continue a estudar sozinho a maior probabilidade é de que ele fique preso nesse estágio. Essas pesquisas fundamentam os dois primeiros desafios levantados, pois referem-se diretamente ao grau de participação dos alunos em sala de aula e à importância do retorno sobre o seu processo de aprendizado.

Para fazer um aluno chegar à sua ZDP é necessário, através de estímulos como problemas e exercícios, fazer com que ele esgote sua capacidade intelectual. Dificilmente isto é atingido numa aula expositiva, pois Hartley *et al* [25] mostra que a atenção dos alunos decai rapidamente após os primeiros 10 minutos de aula (70% dos alunos se lembra do conteúdo dos 10 primeiros minutos, sendo que somente 20% lembram dos 10 últimos minutos), necessitando de algum estímulo diferenciado para retomar níveis adequados. Sem a atenção do aluno, o trabalho realizado de forma a se aproximar da ZDP é cada vez menor e a utilização de exercícios ou questionamentos são uma ótima ferramenta para fazer com que os alunos continuem se aproximando desta, destacando-se as atividades como inserção de demonstrações, exemplos, exercícios e debates com os alunos. O uso desses artifícios é descrito por Chickering *et al* em [12, 13], em que são propostos 7 princípios a serem seguidos de forma a garantir uma boa aula, nos moldes do ensino ativo:

1. Encorajar contato entre os estudantes e professores;
2. Desenvolver reciprocidade e cooperação entre os estudantes;
3. Encorajar o aprendizado ativo;

4. Entregar retorno sobre as atividades prontamente;
5. Enfatizar uso efetivo do tempo nas tarefas;
6. Passar altas expectativas para os alunos;
7. Respeitar os diferentes talentos e maneiras de aprendizado.

Além da necessidade de esgotar a capacidade individual dos alunos, existem também as restrições do sistema cognitivo. Seus limitados recursos como tempo, memória e poder de processamento são ainda mais reduzidos quando há a ausência de estímulos externos, que agem como um complemento à esses recursos [35]. Ainda de acordo com o modelo cognitivo, as experiências são fundamentais pois, segundo Clark [14] e Gee [22], o aprendizado se dá através da construção de relações entre elas. A partir destas relações são construídos os modelos mentais de aprendizado, que podem ser considerados como parte do resultado final do processo de ensino. Os estímulos externos, anteriormente citados, são parte intrínseca do modelo de aula, facilitando a argumentação dos estudantes e permitindo a geração de um maior número de modelos mentais [39]. Moon em [33] reforça essa ideia, mostrando que a interação entre os alunos é essencial para o aprendizado destes, uma vez que seu engajamento e colaboração os tornam mais propensos a construir os modelos mentais variados citados anteriormente.

Apesar dos benefícios citados, ainda não existem experimentos quantitativos suficientemente relevantes que demonstrem qual o impacto que o uso dessas práticas causa no aprendizado dos alunos. Bonwell *et al.* em [7] cita a falta de estudos que abordem conceitos importantes, normalmente ignorados, como fatores individuais, estilos de aprendizado e nível de desenvolvimento intelectual como parâmetros externos que podem afetar a validade desses estudos. Ainda segundo Bonwell *et al.* [7], a literatura científica acerca do impacto da introdução do aprendizado ativo em sala de aula, em sua maioria, trata de

casos isolados, dificultando uma possível generalização para outros casos.

Enquanto os benefícios padecem de resultados científicos mais expressivos não se pode dizer o mesmo a respeito de alguns inconvenientes trazidos pela introdução do ensino ativo em sala de aula. A primeira delas é a necessidade de preparação de uma aula diferenciada, o que requer um esforço extra dos docentes. Fagen *et al.* [20] descreve que a adição de perguntas conceituais simples em cursos básicos de química e física, a serem aplicadas durante a aula expositiva, fez com que 13% dos 384 professores participantes da pesquisa considerassem esse esforço extra um impeditivo no desenvolvimento dessas atividades. Para resolver esse problema, os pesquisadores desenvolveram bases de dados com perguntas e respostas prontas a fim de serem utilizadas de forma mais prática. McConnel [31] cita que a possibilidade de re-uso desse material ao longo do tempo faz com que o esforço exigido nesse momento inicial seja compensado posteriormente.

Outros pontos controversos na introdução do ensino ativo nas aulas são:

- Diminuição do tempo da aula expositiva, podendo impactar na quantidade de material coberto durante a aula;
- Rejeição dos alunos ao novo paradigma de ensino;

Um dos modelos mais conhecidos e utilizados para aplicar os conceitos de ensino ativo foi proposto por Angelo e Cross [3]. Esse modelo consiste na utilização frequente de questões curtas, que devem ser respondidas de forma escrita e anônima. As questões, entretanto, não são compostas apenas por perguntas relacionadas com o conteúdo da matéria, tendo relação com o ambiente da sala de aula, fator de extrema importância no aprendizado dos alunos. O principal objetivo dessas questões é permitir que os docentes, através da avaliação das respostas dos alunos, possam ter uma noção mais precisa sobre o entendimento da classe acerca do conteúdo ensinado em sala de aula, reagindo pronta-

mente às deficiências apresentadas pelos alunos e repassando retorno sobre o desempenho destes.

Devido à ampla adoção do modelo de Angelo e Cross em universidades públicas americanas, os pesquisadores puderam estudar de forma detalhada os efeitos do uso desse modelo em sala de aula. Em sua maioria, mantendo a tendência já apresentada por [7], as pesquisas demonstraram que não há mudanças estatisticamente significativas (embora haja evidências de melhoria em alguns aspectos) em quesitos como evasão de alunos, melhoria de notas, distribuição de notas e outros parâmetros. A grande parte das mudanças observadas são qualitativas, refletindo numa melhora no processo de aprendizado tanto sob o ponto de vista dos alunos quanto do ponto de vista dos docentes, como foi observado por Stetson [49], Kelly [28] e Kelemen-Lohnas [27]. Estudos mais recentes, como o de Braxton [8], mostram correlação entre a diminuição da taxa de evasão dos alunos, principalmente no primeiro ano e o uso de ensino ativo em sala de aula. A principal razão para isto é o fato dos estudantes terem a percepção de que a instituição de ensino está preocupada com o seu aprendizado, fazendo com que eles fiquem mais motivados.

Somados aos estudos anteriores, [37, 36], as principais melhorias qualitativas percebidas e citadas por docentes e alunos nessas pesquisas foram as seguintes:

- Docentes experimentam crescimento profissional;
- Estudantes se tornam melhor ouvintes;
- Estudantes vão para aulas mais preparados;
- Docentes se sentem mais próximos dos estudantes;
- Docentes passaram a discutir mais entre si acerca do uso de ensino ativo;
- Estudantes relataram maior satisfação, prazer e participação nas aulas;

- Estudantes também se sentiram mais próximos dos docentes;

Vale a pena citar a pesquisa de Catlin e Kalina [11], que investigou detalhadamente de forma quantitativa e qualitativa os efeitos da adoção desse modelo em universidades públicas americanas no estado da Califórnia. Nesse estudo foram avaliados o ambiente de sala de aula, nos critérios do “*College and University Classroom Environment Inventory*”, proposto por Treagust e Fraser [53], onde são avaliados sete parâmetros considerados fundamentais para o bom desenvolvimento das atividades didáticas.

- **Individualidade:** refere-se à liberdade de expressão dos estudantes e à diferenciação no tratamento dispensados a eles em função de suas habilidades, interesse ou dedicação;
- **Inovação:** mede o quanto o instrutor faz uso de novos e diferentes métodos de ensino e atividades didáticas;
- **Participação:** refere-se ao grau de participação dos estudantes na aula;
- **Envolvimento:** refere-se às oportunidades que o estudante tem para conversar com o docente acerca de dificuldades pessoais;
- **Satisfação:** mede o grau de satisfação do estudante em relação à disciplina;
- **Coesão dos estudantes:** mede o quanto os estudantes da classe se dedicam a conhecer e ajudar uns aos outros;
- **Orientação:** avalia o quão organizadas e claras as atividades realizadas em sala de aula são;

Esses parâmetros são medidos através da aplicação de questionários e podem servir de indicadores sobre a qualidade do ambiente em sala de aula. A pesquisa de Catlin e

Kalina mostrou que a introdução de atividades de ensino ativo indicou que os estudantes notaram melhoras nos quesitos participação, união, satisfação, orientação e envolvimento. Em termos de evasão, foi notado um efeito inusitado. A evasão de estudantes do sexo feminino reduziu 9% em relação aos cursos que não utilizavam ensino ativo. A principal razão disso, segundo os autores, se deve ao fato dos estudantes do sexo feminino terem apresentado as maiores melhorias nos índices de satisfação e envolvimento dentre todos os outros grupos. Por fim, é apontada uma possível correlação entre o uso de ensino ativo e uma alteração na distribuição de notas acima de C (usando o critério A, B, C, D e F), com mais notas A nas classes em que esse método de ensino é utilizado. A média das notas, entretanto, não sofreu alterações significativas.

2.2 Ambientes de Ensino Ativo usando Tablet PCs

Os benefícios trazidos pelo ensino ativo são extremamente difíceis de serem quantificados, pois é difícil avaliar qual o grau de impacto na melhora de desempenho dos estudantes, seja ela na forma de notas melhores ou de um aprendizado mais profundo. Apesar disso, é fato que existem ganhos substanciais nas questões qualitativas, principalmente em relação à participação, motivação e satisfação tanto dos alunos quanto dos docentes nas aulas.

A introdução do ensino ativo durante as aulas, entretanto, traz alguns pontos negativos que podem se tornar barreiras à sua utilização. Steadman [48] verificou que tanto professores quanto alunos notaram que o tempo extra gasto com essas atividades reduz o tempo da parte expositiva da matéria, fazendo com que a cobertura da ementa dos cursos possa ser incompleta. Além disso, caso não haja tempo hábil para que o docente dê o retorno dos exercícios para os estudantes, os efeitos positivos são revertidos, piorando a qualidade do ensino. Em particular, [3, 23, 46, 48] destacam a importância do retorno aos alunos quando a estes estão sendo apresentados novos conceitos, mostrando que há

indícios de melhora no processo de aprendizado dos estudantes caso o mesmo seja passado para os alunos.

A tecnologia da informação pode, então, ser utilizada como meio facilitador na montagem desses ambientes de ensino. Utilizando computadores pode-se economizar tempo na execução dos exercícios, facilitar o trabalho de retorno aos alunos do docente e também exibir os resultados de uma forma visual mais rica para os alunos. Além de potencialmente reduzir os efeitos negativos do ensino ativo, pode-se também potencializar seus efeitos, dentre eles:

- facilitar a execução dos exercícios com os alunos organizados em pequenos grupos, incentivando ainda mais a colaboração entre eles;
- mostrar diferentes linhas de raciocínio para a classe;
- exibir de material visual rico;
- integrar e digitalizar o material gerado em sala de aula (lousa do docente, anotações dos estudantes, exercícios, etc.), podendo este ser disponibilizado e distribuído em formatos digitais;

Existem diversas maneiras de implementar ambientes de ensino ativo utilizando TI. Dentre os mais simples podemos citar o modelo de *clickers*, conforme descrito por Draper em [17]. Esse modelo consiste na aplicação de uma série de perguntas estruturadas com múltiplas respostas durante a aula, num formato de *quiz*. Os alunos, de posse de um dispositivo eletrônico como controle remoto, votam e submetem sua opção para um sistema que faz a compilação dos resultados e os disponibiliza para consulta do docente. Através dos resultados, o docente tem uma rápida noção do entendimento dos alunos sobre o tema em questão, podendo tanto compartilhar os resultados com os alunos quanto

corrigir tópicos mal entendidos rapidamente. A figura 2.1 ilustra um *clicker* e os tipo de resultados que o docente recebe e compartilha com a classe.

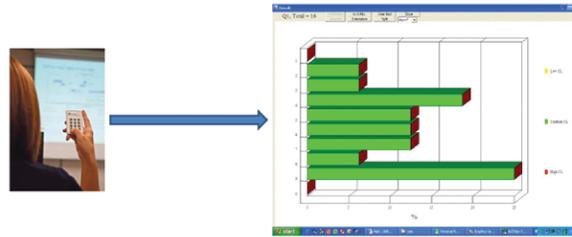


Figura 2.1: *Clicker* utilizado em sala de aula e histograma de votação

O problema com esse tipo de *quiz* segundo Bloom [6], é que esse tipo de exercício apenas mede o aprendizado superficialmente, pois mede apenas a capacidade dos alunos de lembrar e reconhecer determinado assunto, deixando de lado ações mais elaboradas como deduções, sínteses e raciocínios, atividades essenciais para um aprendizado profundo. Os sistemas estado da arte no momento visam aproveitar a mobilidade, poder computacional e opções de redes sem fio dos dispositivos computacionais dos dias de hoje. Utilizando esses computadores, é possível montar um ambiente colaborativo, onde alunos e professores podem trocar slides, contendo tanto material expositivo quanto exercícios e soluções de problemas, formando assim as bases de uma plataforma que permite a implantação de ambientes de ensino ativo.

Da vasta gama de dispositivos móveis que surgiram na última década, pode-se destacar o Tablet PC [57] como um equipamento que re-une um conjunto de funcionalidades considerada bem próxima do ideal para aplicação em ambientes educacionais. A grosso modo, ele pode ser definido como um *notebook* com alta mobilidade, porém dotado de interface *pen-based*, que é seu grande diferencial. Além disso, fatores como baixo peso, alta mobilidade, compatibilidade com softwares de PC e longa duração da bateria também são diferenciais desse dispositivo.

A interface *pen-based* do Tablet PC permite escrita diretamente na tela, como alguns

modelos de *smart phones* ou PDAs. Os modelos que realmente brilharam, porém, são aqueles que contam com um sensor magnético, chamado de *digitizer*, para detecção da escrita ao invés de sensores de pressão resistivos ou capacitivos diretamente embutidos na tela, graças à sua precisão superior. A tecnologia desse *digitizer* é semelhante à tecnologia utilizada nos Tablets de mesa, onde a tela é dotada de um receptor de RF, que deve ser capaz de captar a posição da caneta numa taxa de 100Hz e com uma resolução de 600 pontos por polegada. Há uma leve perda de precisão nos cantos da tela, porém é imperceptível na maioria dos modelos. A tela dos Tablet PCs mais modernos pode ser girada em 180° e dobrada por cima de seu teclado, sendo essa forma chamada de *slate*. A figura 2.2 mostra um Tablet PC nas suas duas formas e a figura 2.3 mostra um esquemático do hardware da interface pen-based.

Além da precisão inerente ao hardware, há um tratamento especial realizado pelo sistema operacional Windows. Os pontos da localização da caneta não são simplesmente amostrados, como é comum na implementação de outros dispositivos. Há diversos algoritmos de tratamento na escrita, levando em consideração informações como ângulo da caneta em relação à tela, pressão aplicada, etc. que transformam o conjunto de pontos amostrados em *bezier* cúbicas, fazendo com que a qualidade de escrita fique ainda melhor, possibilitando, assim, o desenho de símbolos complicados de forma extremamente precisa [15, 26]. Há também a capacidade de reconhecimento de escrita, que não foi utilizada nessa pesquisa.

A combinação de poder de processamento, semelhante a de um *notebook* convencional, tamanho de tela, mobilidade, opções de rede sem fio e interface *pen-based* fazem do Tablet PC o dispositivo ideal para a implementação dos ambientes de ensino ativo. É fato notório que dispositivos de entrada como mouse e teclado foram elaborados de forma a valorizar a produtividade. Sendo assim, *notebooks*, apesar da mobilidade, tamanho de tela e poder



Figura 2.2: Tablet PC na forma normal e na forma *slate*



Figura 2.3: Esquemático do hardware de escrita baseado em *digitizer* magnético

computacionais, tinham uso limitado, pois faltava o principal elemento criativo: papel e caneta, essenciais para o desenvolvimento de soluções criativas [5]. Greenwood e Haughian [24] compararam aulas de ensino ativo utilizando Tablet PCs e PDAs, mostrando que 28% dos alunos que usaram PDAs apresentaram maiores dificuldades com o tamanho de tela do que os 16% que reclamaram do tamanho da tela dos Tablet PCs. Vale ressaltar que, para fins de comparação foi implementado um *software* próprio, com as mesmas funcionalidades nos dois dispositivos, bloqueando o uso de diversas funcionalidades do Tablet PC. Outro estudo mais recente, realizado por [40] compara o uso de laptops, *clickers* e Tablet PCs. Os alunos foram convidados a opinar sobre a seguinte afirmação a partir de 2005:

“O uso de tecnologia moderna contribuiu efetivamente para o meu aprendizado nesse curso.”.

Responderam utilizando a escala de Likert [30], tendo 5 como concordo plenamente e 1 como discordo plenamente. Antes da introdução de Tablet PCs e softwares para a montagem de ambientes de ensino ativo, a média das impressões dos alunos era cerca de 2, indicando que os alunos não viam a introdução de dispositivos computacionais em sala de aula como um instrumento importante no seu processo de aprendizado. Em 2007 e 2008, quando foram introduzidos Tablet PCs e o software *DyKnow Vision* [18], a média de resposta dos alunos subiu para 3.82 e 3.89, respectivamente. Os autores também fizeram uma análise estatística (teste de Tukey para comparação entre as médias) e os dados mostram que o resultado é estatisticamente significativo, separando os alunos em dois grupos: um antes da introdução do Tablet PC e *DyKnow Vision* e outro depois da introdução, mostrando que o uso de Tablet PC e o *DyKnow Vision* resultam em uma melhor experiência de aprendizado sob o ponto de vista dos alunos.

Apesar de ter utilizado uma amostra pequena, Koile [29], mostrou que houve melhorias significativas nas notas de alunos que utilizaram aulas de ensino ativo com Tablet PC em relação aos alunos do grupo de controle, que utilizou o tradicional esquema de quadro negro e exercícios feitos em papel. Koile, entretanto, notou que há uma correlação entre o número de exercícios enviados e retornados aos alunos e as notas. Durante seções subsequentes dessa dissertação serão abordados outros resultados.

Além do uso de Tablet PCs para a montagem de ambientes de ensino ativo, também é possível aproveitá-los em diversas cenários úteis em sala de aula. Ligando-o ao projetor, é possível utilizá-lo como substituto de lousas digitais. O professor, através da interface *pen-based* pode escrever diretamente sobre suas transparências. Ainda melhor: pode escrever sobre conteúdo multimídia como imagens e vídeos.

O conteúdo das aulas, como os slides anotados, exercícios resolvidos e até mesmo vídeos das aulas, compostos pela sincronização das transparências do professor e do seu áudio. O escopo desse trabalho limita-se ao estudo desses materiais como conteúdo para estudo extra classe e não como substituto das aulas ou até mesmo para utilização em cursos de ensino a distância.

O uso desses materiais não somente permite que os estudantes revejam os conceitos da aula no conforto de seu lar, na velocidade que lhes for conveniente, mas também permite que sejam extraídas estatísticas implícitas sobre o uso desses materiais. Questões como qual a forma de uso desse material por parte dos alunos, que correlações existem entre as partes mais difíceis da matéria e o tempo de visualização acumulado dos trechos de vídeo que as abordam, qual efeito a disponibilização desses materiais têm na frequência dos alunos, qual o efeito sobre as notas, etc. são questões pertinentes que podem, por si só, justificar o uso do equipamento em sala de aula.

2.3 Histórico de Tablet PCs na UNICAMP

Desde 2003 a UNICAMP conta com um laboratório equipado com Tablet PCs. Nesse ano, três Tablet PCs modelo HP TC1100 foram doados ao instituto pela *Microsoft Research*. Nesse período inicial não havia cenário de uso, sendo que muitos professores ainda ministravam seus cursos utilizando transparências físicas, anotando por cima destas quando necessário. No primeiro semestre de 2004 foi ministrado um curso de Arquitetura de Computadores utilizando o Tablet PC apenas pelo docente. Ele serviu como plataforma para projeção de transparências digitais e anotações, do docente, em cima das mesmas, não existindo, nesse período, softwares capazes de persistir as anotações. Ele somente poderia efetuá-las num slide e, ao trocar para outro, as mesmas desapareciam. Outro problema era a impossibilidade de criar um novo slide em branco. Esse fato, apesar de parecer

simples, atrapalha a logística da aula, uma vez que caso o docente quisesse escrever algo num slide em branco ele teria que ir até o quadro negro, tendo uma quebra no ritmo da aula e perda da capacidade de digitalizar automaticamente o conteúdo escrito. Outro fator a atrapalhar esta dualidade na aula era a luminosidade da frente da sala, que tinha que ser reduzida para a projeção e ampliada para melhor visualização do quadro.

A utilização dessas transparências digitais com o Tablet PC deu maior liberdade e qualidade ao conteúdo dos slides utilizados pelo docente. A capacidade do docente de escrever por cima desses conteúdos foi motivo de grande sucesso entre os alunos, tornando a aula mais organizada e com uma grande riqueza visual na explicação dos detalhes da disciplina. As primeiras disciplinas a utilizarem Tablet PCs foram Engenharia de Software e Arquitetura de Computadores.

No começo de 2007 a UNICAMP recebeu uma doação de 21 Tablet PCs da HP, modelos TC4200 e TC4400, mais hardware para a montagem de uma rede sem fio, fruto do envio de uma proposta intitulada “*An annotation-based tool for collaborative learning using mobile technology*” ao *Technology for Teaching Grant da HP*. Assim, foi possível montar um laboratório e utilizá-lo em práticas de ensino ativo, nos moldes do capítulo anterior. Além do uso no laboratório, os docentes também puderam utilizar os Tablet PCs para melhorar a forma de apresentação de suas aulas, passando também a gravar vídeos destas. Inicialmente, as experiências se deram na área de computação, com posterior propagação para o Instituto de Física da UNICAMP. Atualmente, os Tablet PCs continuam sendo utilizados para a gravação de aulas de física e computação, com um maior número de disciplinas sendo gravados.

2.4 Metodologia de Uso

A introdução de dispositivos computacionais no âmbito educacional não consiste apenas na inserção de hardware e software na sala de aula. Para que se obtenham resultados positivos, é necessário identificar as expectativas dos envolvidos, procurando adequá-las às boas práticas de ensino identificadas no capítulo 2. É latente o potencial de melhoria do processo de aprendizado mediante a introdução de dispositivos computacionais em sala de aula, porém é necessária uma avaliação do impacto nos alunos para identificar se essas práticas resultam numa melhor experiência de aprendizado. Parastou[40] é um ótimo exemplo de que tão importante quanto a inserção de computadores em sala de aula é a adoção de uma metodologia adequada, mostrando que a percepção de importância do Tablet PC no aprendizado dos alunos só aumentou drasticamente após a utilização de Tablet PCs e um software como o *DyKnow Vision*. Faz-se necessário, então, despender atenção especial à metodologia de uso dos Tablet PCs em sala de aula, pois é ela quem irá determinar os requisitos dos softwares que serão utilizados.

O uso mais básico de um Tablet PC em sala de aula é apresentar slides através de um projetor, dando ao usuário a capacidade de realizar anotações com a caneta magnética sobre suas transparências, de forma análoga às aulas com transparências físicas, sem os inconvenientes destas. Uma comparação sucinta e simples com a lousa digital é pertinente. Não foram encontrados estudos acerca do assunto, parecendo esse fato ser uma preferência didática de cada docente, mas o uso de Tablet PCs permite que o instrutor adote uma postura sempre frontal à classe, além de sua mobilidade permitir que ele se desloque pela classe e continue podendo escrever no quadro em qualquer lugar da classe que ele vá (requer o uso de um servidor conectado ao projetor). Em relação ao custo dos equipamentos, não há grandes diferenças, a montagem de uma sala de aula com lousas digitais equivale ao custo de equipar o docente com um Tablet PC, pelo menos no Brasil,

onde os impostos sobre o Tablet PC encarecem bastante o produto. Outro diferencial relevante é a mobilidade, não só dentro de sala como descrito na sentença anterior, mas também fora dela, permitindo que o docente tenha a interface *pen-based* em qualquer lugar.

A figura 2.4 ilustra professores do curso de física básica da UNICAMP durante uma aula com Tablet PC. Já a figura 2.5 mostra exemplos de slides produzidos durante os cursos de física ministrados com o Tablet PC.



Figura 2.4: Professores de física utilizando Tablet PC para ministrar aula

Altura máxima h e alcance R

h : altura máxima $h = y(t_h)$
 t_h : instante em que h é atingida (\Rightarrow instante em que $v_y(t_h) = 0$)
 R : alcance (posição horizontal no instante $2t_h$)

$v_y(t_h) = v_{0y} - g t_h = 0$
 $t_h = \frac{v_{0y}}{g}$

$y(t_h) = v_{0y} t_h - \frac{1}{2} g t_h^2$
 $h = y(t_h) = v_{0y} \left(\frac{v_{0y}}{g}\right) - \frac{g}{2} \left(\frac{v_{0y}}{g}\right)^2 = \frac{v_{0y}^2}{g} - \frac{1}{2} \frac{v_{0y}^2}{g} = \frac{v_{0y}^2}{2g} = h$

$R = x(2t_h) = v_{0x}(2t_h) = \frac{2 v_{0x} v_{0y}}{g} = R$

Dipolos induzidos: polarizabilidade

$\vec{E}_m = 0$ (não atômico) $\rightarrow \vec{E}_m \neq 0$
 $\vec{P}_{campo} = -\vec{P}_{induzido}$

$Z e E_m = Z e \times \frac{4 \pi \epsilon_0 x}{4 \pi \epsilon_0 R^3} = \frac{Z e^2 x}{4 \pi \epsilon_0 R^3}$
 $E_m = \frac{Z e x}{4 \pi \epsilon_0 R^3}$

$p_m = Z e x$
 $p_m = \frac{Z e^2 x}{4 \pi \epsilon_0 R^3} = \epsilon_m E_m$

$\frac{p_m}{x} = \frac{Z e^2}{4 \pi \epsilon_0 R^3}$
 $\frac{p_m}{x} = \frac{Z e^2}{4 \pi \epsilon_0 R^3}$

Figura 2.5: Exemplos de slides anotados com Tablet PC

Outro cenário de uso para o Tablet PC na UNICAMP foi a montagem de ambientes de ensino ativo. Nesse caso, tanto o docente quanto os alunos, individualmente ou agrupados, devem possuir Tablet PCs. Os Tablet PCs são conectados a uma rede sem fio, permitindo que eles se comuniquem entre si. Inicialmente, os computadores são sincronizados e, a partir daí, segundo algum protocolo de troca de mensagens, os participantes podem trocar slides contendo anotações. O fluxo de uma aula de ensino ativo utilizando Tablet PCs pode ser descrito pelos seguintes passos:

1. O professor prepara um conjunto de transparências, também referido como *deck*, em um formato suportado pelo software, normalmente ppt;
2. As transparências do docente são carregadas no software de ensino ativo a ser utilizado e é aberto um servidor no seu Tablet PC;
3. Os alunos conectam-se ao Tablet do professor e o *deck* do professor é transferido via rede para o Tablet PC dos alunos;
4. O docente e os alunos podem então realizar anotações sobre as transparências. Os alunos podem enviar seus slides para o professor, ao ponto que os slides do professor são automaticamente enviados para os alunos. Por slides, entenda-se a transparência e suas anotações;
5. Após receber os slides dos alunos, o professor pode exibi-los na tela, mostrando para a classe soluções de exercícios, dúvidas, etc.;
6. Ao fim da aula, o docente pode salvar os slides anotados e os slides recebidos, podendo publicar o material posteriormente

Um dos software mais utilizados para a montagem de ambientes de ensino ativo com Tablet PCs é o *Classroom Presenter* [38], desenvolvido pela Universidade de Washington.

É um software de código aberto, utilizado por diversos pesquisadores ao redor do mundo devido à capacidade de se implementar extensões que atendam à demandas particulares. Roda na plataforma Windows e é programado na linguagem C#, compatível com o *.NET framework 3.0*. Existe uma versão WEB do *Classroom Presenter*, chamada *Ubiquitous Presenter* [42], que permite a utilização do *Classroom Presenter* por parte dos estudantes diretamente em um navegador WEB. O sistema utiliza um *Applet* [51] para substituir as funcionalidades de recebimento de tinta do docente e para permitir que os estudantes realizem anotações sobre elas e as envie para o docente. Há severas penalidades de desempenho e de precisão da escrita na utilização desse sistema quando comparado com a versão original do *Classroom Presenter*. A figura 2.6 ilustra a interface do *Classroom Presenter*. A parte superior mostra uma barra de botões contendo controles de parâmetros da caneta, inserção de textos ou imagens e outros botões de configuração do software. Na área central, o programa exibe o slide atualmente selecionado e projetado para a classe, através do projetor. O professor faz suas anotações nessa área e elas são replicadas no projetor e passadas para os Tablet PCs dos alunos. Na lateral direita estão prévias dos slides e também são exibidos os *decks* utilizados durante a aula. As respostas dos alunos são armazenadas em um *deck* especial, bastando ser selecionada uma resposta em específico para que ela seja exibida no projetor para o restante da classe.

Outro software bastante utilizado nas aulas ativas com Tablet PC é o *DyKnow Vision*. Esse é um software proprietário, desenvolvido pela *Dynamic Knowledge Transfer*. Possui uma vasta gama de funcionalidades além das existentes no *Classroom Presenter*, mas por ser um software comercial de código fechado não permite a implementação de novas funcionalidades. A figura 2.7 ilustra a interface do *DyKnow Vision*. Pode-se notar que sua barra de ferramentas remete à existência de um grande número de funcionalidades.

Para os experimentos executados na UNICAMP foi adotado o *Classroom Presenter*. A

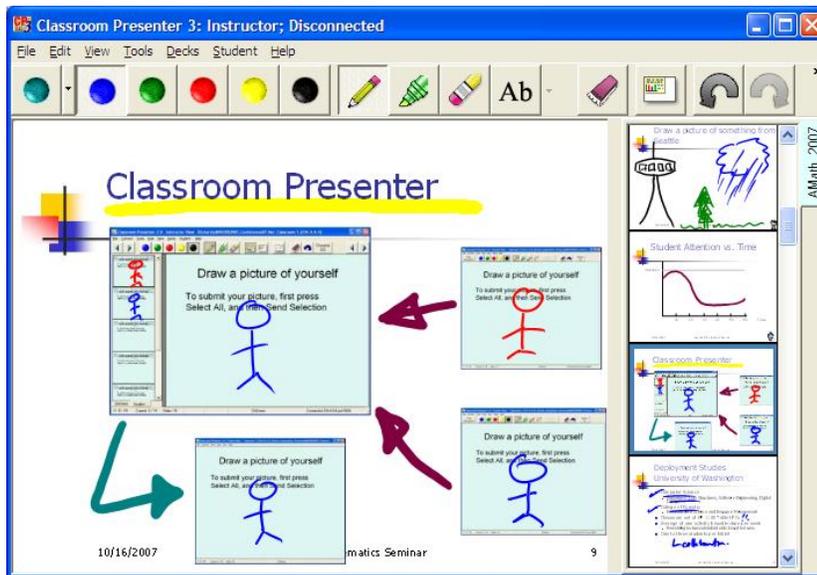


Figura 2.6: Interface do *Classroom Presenter*

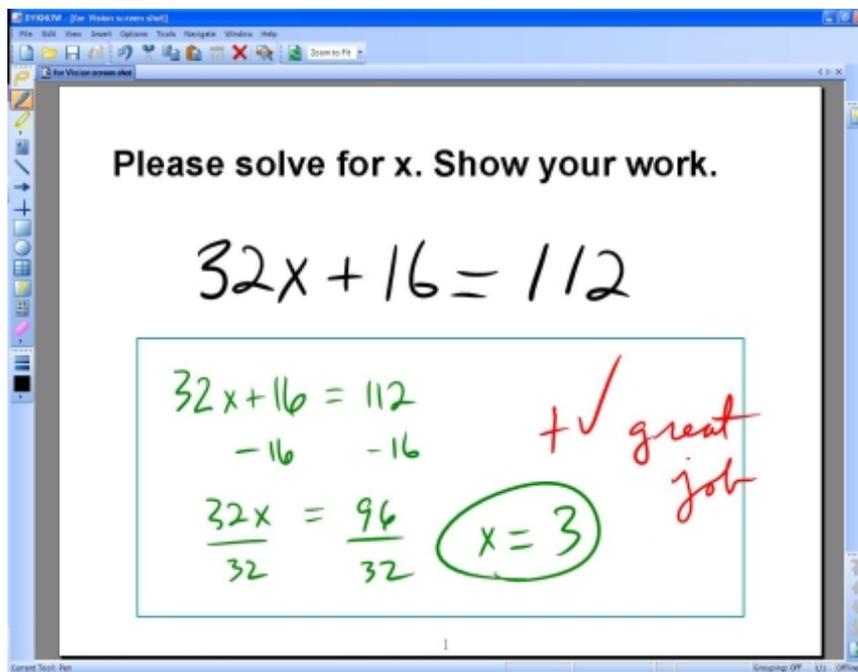


Figura 2.7: Interface do *DyKnow Vision*

escolha foi feita principalmente pelo fato de ser um software de código aberto, permitindo a modificação deste para a realização dos experimentos. As modificações realizadas serão

detalhadas ao longo dos capítulos correspondentes. Os detalhes de implementação, código fonte e instruções de uso das ferramentas utilizadas podem ser encontrados em [1].

2.5 Histórico de experimentos

A primeira experiência realizada no âmbito dessa dissertação foi a utilização dos Tablet PCs em 3 turmas de um curso de extensão de Engenharia de Software. O curso foi ligeiramente modificado, de forma que as partes baseadas em ensino ativo utilizaram os Tablet PCs. Os Tablet PCs foram equipados com o software *Classroom Presenter*, que permite o compartilhamento das anotações entre os participantes da aula. Por se tratar de uma experiência pioneira na UNICAMP, o objetivo era verificar as reações dos alunos e do docente à introdução dos Tablet PCs na sala de aula e comparar com os resultados já conhecidos da literatura. Através da aplicação de questionários, cobrindo tópicos semelhantes ao “*College and University Classroom Environment Inventory*” [53], foi possível obter as impressões dos alunos sobre as modificações da metodologia. O capítulo 3 trata desse experimento com mais detalhes.

A segunda experiência foi a utilização de Tablet PCs no curso de graduação de Arquitetura de Computadores. Uma vez constatados os benefícios da utilização do Tablet PC no curso de Engenharia de Software, as modificações realizadas na disciplinas foram mais intensas. Além disso, o docente, que já utilizava o Tablet PC para ministrar suas aulas, gravou-as aulas em vídeos. Estes continham a sequência de anotações das transparências, sincronizadas com o áudio do docente. Tanto os vídeos quanto os slides anotados (incluindo os exercícios resolvidos em sala de aula) foram disponibilizados para consulta dos estudantes após as aulas. O experimento nessa disciplina consistiu em avaliar as impressões dos alunos sobre o uso do Tablet PC e o software *Classroom Presenter* como plataforma para o uso de ensino ativo e para avaliar se os alunos utilizaram os materiais

extras que lhes foi fornecido, em caso afirmativo, de que forma. O Capítulo 4 trata desse experimento com mais detalhes.

Por fim, a utilização de Tablet PCs por parte dos docentes começou a se difundir para além do Instituto de Computação, passando o Instituto de Física a utilizá-los em alguns de seus cursos. Além de ser usado para fins de apresentação, o software *Classroom Presenter* foi modificado, de forma a tornar simples as tarefas de gravação e publicação de vídeos. Foram gravados vídeos de dois semestres de diversas disciplinas, sendo esses vídeos publicados na WEB para consulta dos alunos e estudados os impactos do novo modo de apresentação das disciplinas, juntamente com o as mudanças de hábito causadas pela publicação dos vídeos. Uma questão muito interessante do ponto de vista docente é qual uso se pode fazer sobre as estatísticas de uso dos vídeos por parte dos estudantes. Elas podem fornecer um retorno implícito ao docente sobre os tópicos que os alunos encontraram dificuldades, esperando-se, por exemplo, uma correlação entre os tópicos mais difíceis da matéria e a quantidade de visualizações do vídeo ou de um trecho deste correspondente à aula do tópico em questão. O capítulo 5 trata desse experimento com mais detalhes.

Capítulo 3

Aulas ativas usando Tablet PCs em Engenharia de Software

Este capítulo descreve o uso dos Tablet PCs em três turmas da disciplina de Engenharia de Software do curso de extensão da UNICAMP. Na primeira seção serão explicados detalhes sobre as modificações realizadas no curso e qual a metodologia de utilização dos Tablet PCs. A segunda seção apresenta os resultados e conclusões sobre o impacto da introdução do Tablet PC na experiência de aprendizado dos alunos.

3.1 Descrição do Experimento

A programação de uma disciplina de extensão de Engenharia de Software foi modificada para utilizar Tablet PCs nas atividades do curso. No total foram 3 aulas onde os alunos deveriam resolver exercícios relacionados com a elaboração de diagramas de classe, diagramas de sequência dentre outros relacionados com documentação UML. Por não se tratar de tarefa mecânica, mas sim de tarefa criativa, envolvendo o desenho de símbolos, chegou-se à conclusão de que o Tablet PC seria o dispositivo computacional mais

adequado para a tarefa. A interface do software usado, o *Classroom Presenter*, segue um design minimalista, procurando lembrar ao máximo uma folha de papel (com fundo branco ou não), onde os alunos poderiam desenhar suas respostas e compartilhá-las com o docente, para que o mesmo pudesse corrigi-las e passar o retorno sobre o desempenho da classe.

A fim de medir o impacto sobre os alunos foi elaborado um questionário aplicado ao término das 3 aulas. O questionário conteve questões pertinentes aos seguintes itens: concentração dos estudantes, conforto no uso do equipamento, participação na aula, organização, acesso ao professor, dificuldade no uso dos equipamentos, grau de interesse em participar de outras aulas com Tablet PC, tempo de uso individual do equipamento e preferência por uso de papel e caneta ou Tablet PC para desenvolver a mesma atividade. As respostas estavam distribuídas em uma escala de Likert, variando de “discordo plenamente” a “concordo plenamente” (valores numéricos de 1 a 5, respectivamente)¹. As questões buscaram avaliar parâmetros semelhantes aos usados no “*College and University Classroom Environment Inventory*” [53] e podem ser encontradas no apêndice A, ressaltando que esses parâmetros estão diretamente relacionados com as métricas descritas no Capítulo 2.

Conforme planejado, depois das três aulas com os Tablet PCs, o questionário foi aplicado. Verificou-se que a aceitação dos alunos foi ligeiramente positiva, porém não ficou

¹Alguns estatísticos consideram impróprio o uso da escala de Likert no formato de valor numérico, uma vez que os dados medidos por essa escala são ordinais e conceitualmente não poderiam ser analisados da mesma forma que valores intervalares. O uso de uma escala semântica diferencial seria mais apropriada. Ela é semelhante à escala de Likert, porém os pontos ordinais não possuem rótulos. Os valores extremos são então associados a conceitos como “péssimo” 1 2 3 4 5 “ótimo”, sendo os pontos ordinais intermediários (1,2,3,4,5) interpretados como conceitos intermediários entre as dois rótulos extremos. A vantagem desse método é a possibilidade de utilização de mais pontos ordinais intermediários (normalmente 10), tornando uma análise com métodos estatísticos intervalares (como o ANOVA ou *t-test*) desses valores mais “aceitável”, apesar de conceitualmente ainda ser incorreta. Cada área de pesquisa adota uma postura em relação a aceitação desse tipo de simplificação, sendo que os principais trabalhos publicados na área da dissertação em questão utilizam o tratamento dos dados coletados através da escala de Likert com métodos estatísticos para dados intervalares, razão pela qual tal simplificação foi adotada nesse trabalho.

próxima da encontrada em estudos anteriores como [43], sendo que diversos alunos reclamaram da falta de algumas funcionalidades de desenho de primitivas geométricas como quadrados, círculos, caixas de texto e semelhantes. Eis a contradição: o principal diferencial do Tablet PC é fornecer a interface pen-based para que os estudantes possam realizar suas atividades de forma criativa. O problema é que a premissa do uso do Tablet PC como um caderno excluiu funcionalidades às quais os alunos estão acostumados (nesse caso as primitivas geométricas). Para reforçar que o problema era o software, e não o dispositivo, Mutchler[34] mostrou que estudantes do curso de fundamentos de desenvolvimento de software da faculdade *Rose-Hullman*, curso este modificado para acomodar aulas de ensino ativo usando o *DyKnow Vision* (programa que possui funcionalidades de primitivas geométricas e captura de tela), preferiram utilizar Tablet PCs (76%) ao invés de Laptops convencionais (24%) quando lhes foi dada a opção de usar qualquer um dos dispositivos na sala de aula.

Voltando aos experimentos desta dissertação é interessante notar que o trabalho dos alunos não foi limitado de forma alguma pela interface *pen-based*, com um exemplo de solução dos alunos mostrada na figura 3.1. A ferramenta tentou imitar o máximo possível o modo com que os alunos estão acostumados a desenhar seus primeiros diagramas: utilizando papel e caneta. O modelo mental dos alunos então sugeria que, uma vez que eles estavam usando um computador e não somente papel e caneta, eles deveriam ter as mesmas ferramentas disponíveis que estão acostumados a usar quando estão num computador, caso contrário eles se sentiriam desconfortáveis, já que trabalhavam com um aplicativo que não funcionava da maneira que eles esperavam.

Como o objetivo era avaliar o impacto do uso do Tablet PC na sala de aula, resolveu-se conduzir mais experimentos. Porém, foi incluída uma ligeira alteração no software: a funcionalidade de capturar a tela de trabalho. Os alunos poderiam optar entre trabalhar

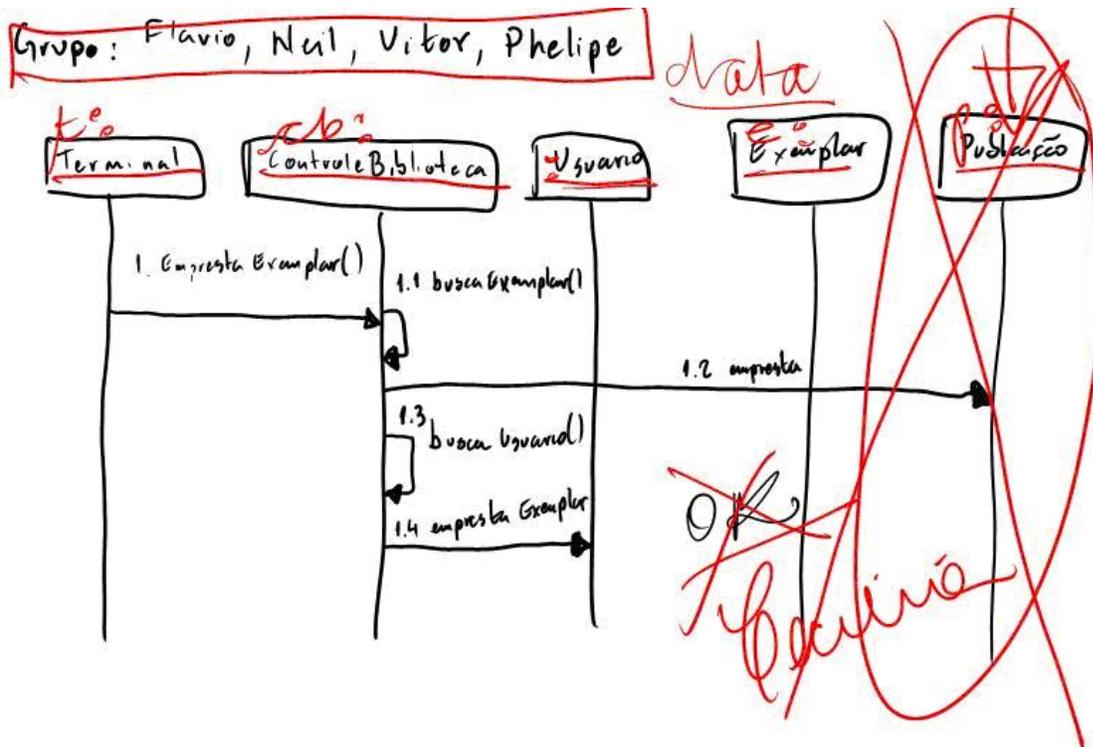


Figura 3.1: Exemplo de solução de aluno usando anotações

utilizando somente tinta digital, através do *Classroom Presenter* ou outro aplicativo de seu agrado. Em momento algum os alunos foram forçados a usar uma forma de trabalho específica. Foram apresentadas as duas alternativas e a utilização de uma outra foi de livre escolha dos alunos. A figura 3.2 ilustra a resolução de um aluno que optou por utilizar um software de modelagem UML (foi instalado o software *JUDE Community* [55] em todos os Tablet PCs).

A fim de tentar isolar os efeitos da falta de funcionalidades foram realizadas outras medições em duas turmas diferentes, totalizando 3 turmas avaliadas. As turmas foram chamadas de C1 (a primeira avaliação, descrita brevemente nesta seção), C2 e C3. Todas as três turmas participaram do mesmo curso, com 3 aulas colaborativas cada, variando um pouco apenas o enunciado dos exercícios entre cada uma delas.

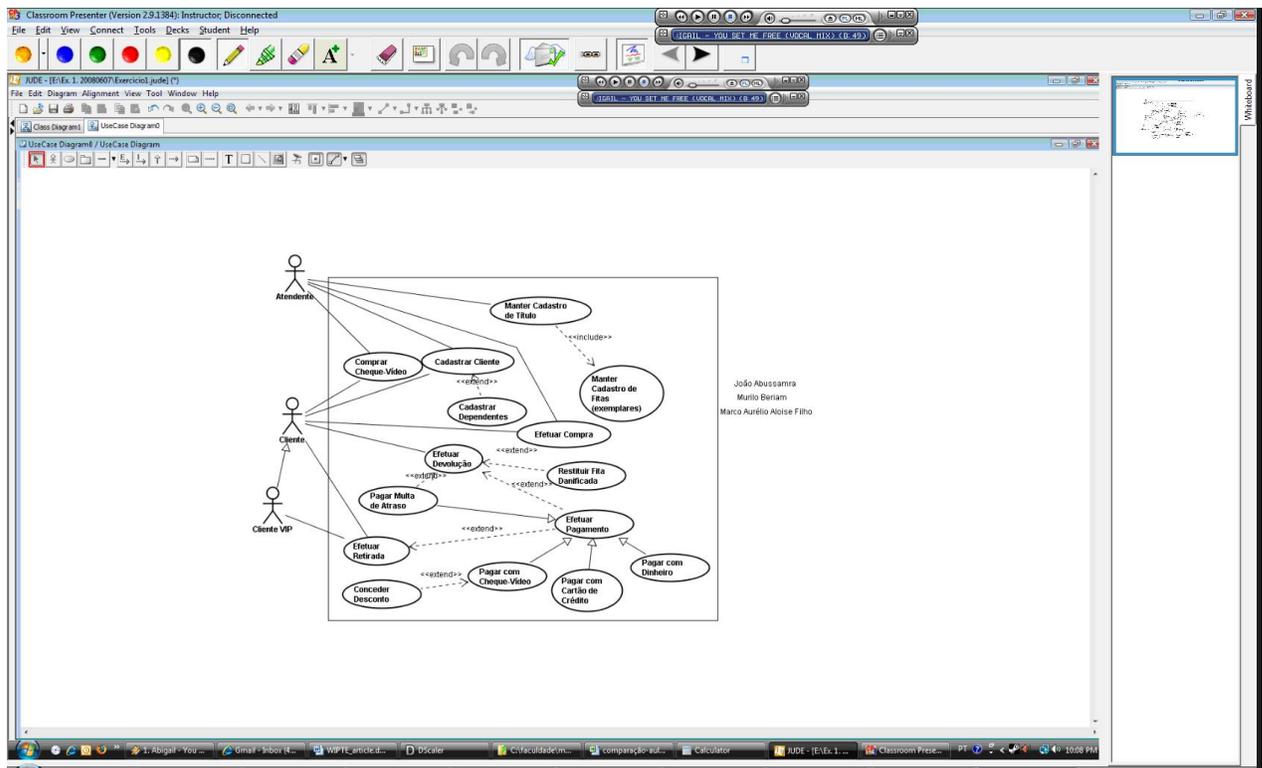


Figura 3.2: Exemplo de solução de aluno usando Screen Capture

A meta da avaliação foi relacionar uma eventual melhora nos parâmetros de avaliação do Tablet PC mediante adequação da ferramenta às expectativas dos alunos. Para isso procedeu-se da seguinte forma: logo após a primeira aula de C2, foi aplicado o mesmo questionário, a fim de verificar se já num primeiro contato com os Tablet PCs os alunos elaboravam um conceito equivalente ao obtido em C1. Posteriormente, a partir da segunda aula de C2, a ferramenta com a modificação foi apresentada e então, após a terceira aula, o questionário foi novamente aplicado a C2. Para distinguir entre as avaliações, com e sem a adaptação, será usado um X na frente da nomenclatura da turma em questão. Assim C2 compreende a primeira avaliação, onde a turma C2 utilizou a ferramenta sem a adaptação e C2X compreende uma segunda avaliação onde a turma C2 pôde utilizar uma ferramenta que incluía captura de tela. C3 teve contato com o aplicativo modificado desde a primeira

aula, sendo assim chamada de C3X. As turmas C1, C2 e C3 foram formadas por alunos diferentes e os cursos foram aplicados um após o outro. O diagrama da figura 3.3 ilustra a ordem cronológica dos experimentos. Foram 4 avaliações: C1, C2, C2X e C3X.

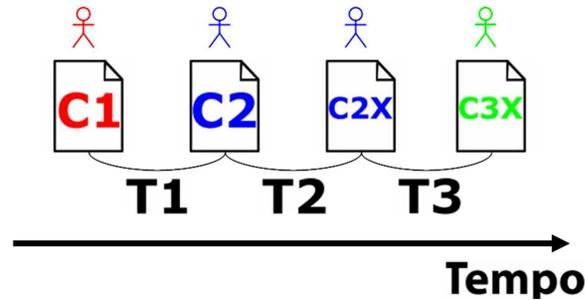


Figura 3.3: Sequência de experimentos ao longo do tempo

A comparação dos resultados foi realizada através da aplicação de testes ANOVA para cada questão, com $\alpha=0,05$. O resultado esperado do teste era mostrar que, após adequação do software às expectativas dos usuários, seria percebida uma melhora significativa na avaliação dos alunos em relação ao ambiente de aula com Tablet PCs.

A estratégia adotada para análise dos resultados começou com a comparação das medidas C1 e C2, verificando que, mesmo para turmas diferentes, a avaliação não apresenta mudanças significativas. Isso dá a confiança que, se após a introdução do aplicativo com as mudanças for percebida uma melhora, a mudança poderá ser atribuída a essa adaptação, pois C1 e C2, apesar de serem turmas diferentes, tiveram a mesma impressão sobre a aula sob condições semelhantes, sendo que pode-se, a grosso modo, dizer que C1 e C2 são amostras de uma mesma população. Isso de fato ocorreu, sendo que C1 e C2 não apresentaram diferenças significativas (exceção feita a dois parâmetros explicados com detalhes posteriormente). Essa comparação também mostra que basta uma aula com os Tablet PCs para os alunos formarem um conceito sobre o uso do aplicativo, e que se esse conceito muda durante o decorrer de mais aulas não o faz de maneira significativa, pois mediu-se C1 após a terceira aula e C2 após a primeira. A próxima comparação realizada

foi entre as avaliações C2 e C2X. Pretendeu-se avaliar com esse teste se a adequação da ferramenta ao modelo mental dos alunos já teria surtido algum efeito, sendo que foram encontradas melhorias em praticamente todas as áreas. Porém, somente duas delas foram significativas. O próximo teste é a comparação entre C2 e C3X, mostrando nesse caso uma melhoria significativa em praticamente todos os aspectos.

3.2 Resultados

As tabelas 3.1 e 3.2 mostram os resultados dos testes realizados entre as avaliações das turmas descritas anteriormente. A primeira linha de cada célula da tabela mostra a média e a variância para a primeira população e a segunda linha mostra os mesmos valores para a segunda população. A terceira linha indica o *p-value* para a comparação entre as duas populações. Em caso de mudanças significativas (onde *p-value* < 0,05) a célula é sombreada para facilitar a leitura da tabela. Como exemplo, a célula da segunda linha e segunda coluna da tabela 3.1 representa a comparação da percepção de concentração entre as turmas C1 e C2. C1 teve média de 3,09 com variância de 0,91 enquanto C2 teve média de 3,26 com variância de 0,56. O *p-value* calculado pelo ANOVA foi 0,36, que indica que não houve uma mudança significativa (*p-value* < 0,05). A mesma lógica de leitura vale para as demais células da Tabela. Dados completos podem ser acessados no apêndice A.

O teste T1 mostra que entre as classes C1 e C2 apenas foram encontradas mudanças significativas nos parâmetros de dificuldade de uso dos equipamentos e tempo de uso individual. C2 achou mais difícil o uso dos equipamentos do que C1 (MC1=3.70, MC2=2.97) e os alunos de C2 acharam que seu tempo de uso individual foi menor que C1 (MC1=3.21, MC2=2.76). Durante a primeira aula dos alunos com o Tablet PC foi fornecido um breve

²Menor significa menos tempo

Tabela 3.1: Resultados de concentração, conforto, participação e tempo de uso individual.

| Teste/ Parâmetro | Concentração | Conforto | Participação | Tempo de uso individual ² |
|---------------------|--------------|-------------|--------------|---|
| T1 (C1 vs C2) | 3.09 - 0.91 | 2.96 - 1.22 | 3.11 - 0.27 | 3.21 - 0.56 |
| | 3.26 - 0.56 | 3.02 - 0.76 | 3.02 - 0.39 | 2.76 - 1.28 |
| | 0.36 | 0.75 | 0.52 | 0.03 |
| T2 (C2 vs C2X) | 3.26 - 0.56 | 3.02 - 0.76 | 3.02 - 0.39 | 2.76 - 1.28 |
| | 3.41 - 0.53 | 3.31 - 0.57 | 3.27 - 0.99 | 3.13 - 1.12 |
| | 0.39 | 0.16 | 0.20 | 0.17 |
| T3 (C2 vs C3X) | 3.26 - 0.56 | 3.02 - 0.76 | 3.02 - 0.39 | 2.76 - 1.28 |
| | 3.94 - 0.51 | 3.80 - 0.33 | 3.61 - 0.58 | 3.41 - 1.12 |
| | < 0.00 | < 0.00 | < 0.00 | 0.01 |

Tabela 3.2: Resultados de acesso ao professor, dificuldade no uso dos equipamentos, se participaria de outras aulas com Tablet, organização e preferência do uso do Tablet em relação a papel e caneta.

| Teste/ Parâmetro | Acesso ao professor | Dificuldade de uso dos equipamentos ³ | Participaria de outras aulas com Tablet | Organização | Papel e caneta vs. Tablet |
|---------------------|---------------------------|---|--|-------------|------------------------------------|
| T1 (C1 vs C2) | 3.30 - 0.82 | 3.70 - 0.52 | 3.42 - 1.60 | 3.25 - 0.75 | 3.04 - 0.91 |
| | 3.03 - 0.40 | 2.97 - 0.82 | 3.46 - 0.62 | 3.23 - 0.61 | 3.10 - 0.88 |
| | 0.12 | < 0.00 | 0.87 | 0.92 | 0.77 |
| T2 (C2 vs C2X) | 3.03 - 0.40 | 2.97 - 0.81 | 3.46 - 0.62 | 3.23 - 0.61 | 3.10 - 0.88 |
| | 3.27 - 0.70 | 3.82 - 0.36 | 3.89 - 0.59 | 3.55 - 0.47 | 3.17 - 0.93 |
| | 0.17 | < 0.00 | 0.02 | 0.09 | 0.76 |
| T3 (C2 vs C3X) | 3.03 - 0.40 | 2.97 - 0.81 | 3.46 - 0.62 | 3.23 - 0.61 | 3.10 - 0.88 |
| | 3.77 - 1.03 | 4.05 - 0.51 | 4.50 - 0.42 | 3.88 - 0.73 | 2.77 - 0.86 |
| | < 0.00 | < 0.00 | < 0.00 | < 0.00 | 0.13 |

treinamento de cerca de 15 minutos aos estudantes, explicando-lhes como realizar *login* nos equipamentos (basicamente lhes era passado o *login* e senha da máquina), qual software utilizar e instruções básicas envolvendo o envio de suas soluções. Houve uma troca de sistema operacional dos Tablet PCs entre as aulas C1 e C2. C1 utilizou os Tablet PCs com o sistema operacional Windows XP, enquanto C2 utilizou-os com o Windows Vista. A troca de sistema operacional foi feita por pessoal de suporte da UNICAMP, que não deixou os Tablet PCs com configurações homogêneas, ocasionando problemas para realizar *login* (nem todas as máquinas estavam com o mesmo par usuário/senha) e também para encontrar as ferramentas (*Classroom Presenter* a serem utilizadas durante a primeira aula de C2 (alguns Tablet PCs não estavam com os ícones no *Desktop*, dificultando a sua localização). A queda do tempo de uso individual em C2 pode ser atribuída tanto à maior demora que alguns alunos tiveram para começar a trabalhar na primeira aula, graças aos problemas causados pela troca do sistema operacional, quanto pelo fato de que a classe C2 possuía alguns estudantes a mais que a classe C1 (C1 tinha 53 alunos e C2 57). Quanto aos demais aspectos, pode-se concluir que o teste T1 mostra que C1 e C2 tiveram praticamente a mesma impressão geral sobre a aula com Tablet PCs.

O teste T2 comparou as classes C2 e C2X. Pode-se ver da tabela mudanças significativas em dois parâmetros: a dificuldade no uso dos equipamentos caiu (MC2=2.97, MC2X=3.82) e os estudantes apresentaram uma maior preferência em participar de outras aulas com Tablet PCs (MC2=3.46, MC2X=3.89). A queda na dificuldade de uso dos equipamentos pode ser parcialmente explicada pela correção nas configurações dos computadores, fazendo com que não houvesse confusões no *login* e na localização dos binários dos programas a serem executados. Vale ressaltar que, apesar de não serem mudanças significativas, houve uma melhora em praticamente todos os parâmetros. Esses resultados já nos mostram que a adequação do aplicativo às expectativas dos estudantes tem poten-

³Menor significa maior dificuldade

cial mas que a primeira experiência dos alunos com o equipamento também se faz muito importante, conforme a avaliação C3 irá mostrar.

O teste T3 comparou as classes C2 e C3X e foi possível verificar uma melhora em 9 dos 10 parâmetros testados. Algumas dessas mudanças (como tempo de uso, conforto, participação dos alunos e acesso dos alunos ao professor) podem ser parcialmente explicadas pelo fato da classe C3 possuir menos alunos que as classes C1 e C2, sendo na classe C1 53 estudantes, na classe C2 57 estudantes e na classe C3 46 estudantes. Nesse experimento, os equipamentos já estavam com configurações homogêneas, sendo que os estudantes puderam utilizar um procedimento padrão durante o treinamento, resultando numa melhora do tempo e facilidade de uso. As outras melhorias, no entanto, não têm relação lógica com outros fatores senão a adequação do aplicativo às expectativas dos estudantes. A participação e acesso ao professor aumentaram porque os estudantes trabalharam mais rapidamente que nas turmas anteriores, podendo assim enviar soluções e receber um retorno do docente com mais agilidade. A dificuldade de uso, além de influenciada pela homogeneização do ambiente, pode ter sua queda atribuída, em parte, ao fato de que os alunos puderam trabalhar com o software de desenho de sua preferência, fazendo com que eles se adaptassem rapidamente ao ambiente. Não foram realizadas medidas precisas, mas foi notório que alguns estudantes, inclusive, conseguiam modelar mais rápido com a caneta do que com um mouse. A melhora em parâmetros como preferência em realizar outras aulas com Tablet PC e organização mostram que os estudantes tiveram uma melhor experiência de aprendizado com a introdução dos Tablet PCs durante as aulas de ensino colaborativo. A experiência de aprendizado é ainda melhor quando o software alia a possibilidade de mesclar a facilidade de anotações digitais do Tablet PC com o uso de outras ferramentas já conhecidas pelos alunos.

Capítulo 4

Aulas ativas usando Tablet PCs e gravação de *screencasts* de Arquitetura de Computadores

Este capítulo descreve o uso dos Tablet PCs na disciplina de Arquitetura de Computadores do curso de graduação no segundo semestre de 2008. Na primeira seção serão explicados detalhes sobre as modificações realizadas no curso e qual a metodologia de utilização dos Tablet PCs. A segunda seção apresenta os resultados e conclusões sobre o impacto da introdução do Tablet PC na experiência de aprendizado dos alunos.

4.1 Descrição do Experimento

Graças às boas avaliações obtidas no uso do Tablet PC nas aulas do curso de Engenharia de Software, resolveu-se aplicar a metodologia de ensino durante um semestre inteiro na disciplina de Arquitetura de Computadores, ministrada na graduação para alunos dos cursos de Engenharia de Computação e de Mecatrônica durante o 2º semestre de

2008. Além do ambiente de ensino ativo e colaborativo, utilizado de forma semelhante ao experimento nos cursos de Engenharia de Software, colocou-se em prática a ideia de gravação de *screencasts*, que nada mais são do que um vídeo contendo a fala do docente durante a aula sincronizadas com a apresentação de seus slides. É notório citar aqui que a intenção não é a geração de material que substitua a aula ou para aplicação em ensino a distância, mas sim ter um conteúdo de apoio, permitindo que os alunos tirem dúvidas pontuais surgidas durante a aula ou que alunos faltantes possam ter acesso ao conteúdo produzido em sala de aula. Para que esta idéia se torne factível, é necessário que a gravação dos *screencasts* não acarrete em mudanças bruscas na metodologia de apresentação e de ensino do docente, bem como não produza a necessidade de um esforço extraclasse muito grande, como necessidade de manipulação e edição do conteúdo gerado.

Esse método, em contrapartida à gravação de aulas usando câmeras convencionais, tem a vantagem de ser extremamente barato e simples. A presença de câmeras de boa resolução e uma equipe de gravação é dispensável, uma vez que o docente pode capturar o conteúdo, que antes seria exposto no quadro negro, diretamente no seu Tablet PC. A taxa de captura de quadros pode ser extremamente baixa, cerca de 2 a 5 quadros por segundo, uma vez que não é necessário capturar os gestos do docente. Isso traz outro benefício indireto, que é a geração de vídeos com uma baixa taxa de bits por segundo. Os vídeos ficam com um tamanho final diminuto se comparados aos vídeos de aulas gravados com câmeras, tendo assim requerimentos de banda de transmissão extremamente relaxados, isto é, requerendo menor taxa de bits/segundo para se transmitir os vídeos, fazendo com que tanto seu upload para um servidor quanto a visualização pelos dos alunos seja leve.

Um software comumente utilizado na geração de *screencasts* é o *Camtasia Studio*[47]. Ele permite que o docente grave sua tela e seu áudio, podendo gerar, ao final da aula, um arquivo de vídeo no formato de escolha do docente. O *Camtasia Studio* suporta a

maioria de *codecs* populares como *flash video* e *windows media video*, sendo escolhida o formato mais adequado. Uma vez gravados, o instrutor pode disponibilizar esses *screencasts* de diversas formas, a mais indicada é colocá-los junto aos slides anotados na página da Internet da disciplina, sendo esta a forma utilizada nessa disciplina.

Nos anos anteriores, a não ser pela metodologia de apresentação diferenciada pelo uso de Tablet PCs, a estrutura do curso era composta por aulas magnas, listas de exercícios e trabalhos sobre temas pré-definidos. Em 2008 o curso conteve o mesmo conteúdo dos anos anteriores, porém o docente passou a gravar os *screencasts* de suas aulas e utilizou aulas de exercício com Tablet PCs, principalmente nas aulas em que a explicação do conteúdo envolvia grande utilização de diagramas e figuras.

As tabelas 4.1 e 4.2 resumem o calendário de aulas e mostram em quais aulas foram gravados vídeos ou realizadas aulas de exercício com Tablet PC. Para cada linha da tabela é indicado o conteúdo ministrado e a data da aula, bem como é marcado um X para ilustrar que foi gravado um vídeo dessa aula ou que foram realizadas atividades ativas e colaborativas com Tablet PCs. Na primeira linha da tabela, por exemplo, podemos ver que no dia 06/08/2008 foi dada a aula de Apresentação do curso. Nessa aula foi gravado o vídeo mas não houve a realização de exercícios ativos e colaborativos, como mostra o X na coluna de vídeo. É importante ressaltar que também era desejado introduzir a nova tecnologia passo a passo, a fim de permitir que os estudantes se acostumassem com esta. Primeiro os estudantes tiveram a oportunidade de entrar em contato com o Tablet através da nova forma de apresentação e da gravação dos *screencasts*, deixando para começar a usar o Tablet PC efetivamente após algumas aulas.

As transparências de todas as aulas foram disponibilizadas de antemão para os alunos. As transparências anotadas pelo professor, soluções de exercícios em sala de aula e submissões dos alunos foram disponibilizadas no site da disciplina para que os alunos

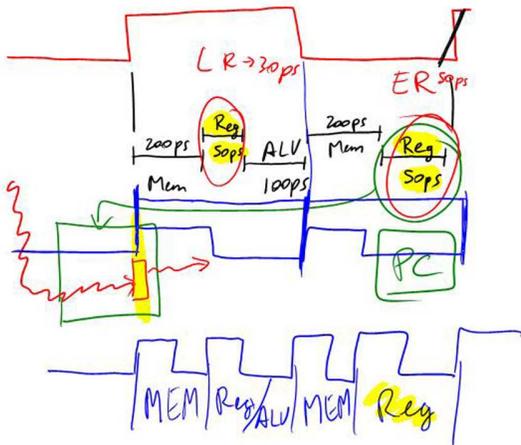
Tabela 4.1: Calendário do curso de Arquitetura de Computadores 2008

| Data | Conteúdo | Vídeo | Exercício com Tablet PC |
|-------------|--|--------------|--|
| 06/08 | Apresentação do Curso - Introdução | X | |
| 11/08 | Capítulo 2 - Conjunto de Instruções | X | |
| 13/08 | Capítulo 2 - Conjunto de Instruções | X | |
| 18/08 | Capítulo 2 - Conjunto de Instruções | X | |
| 18/08 | Capítulo 2 - Conjunto de Instruções | X | |
| 20/08 | Capítulo 3 - Multiplicador e Divisor | X | |
| 25/08 | Capítulo 3 - Representação de Ponto Flutuante | X | |
| 27/08 | Capítulo 4 - Desempenho | X | |
| 01/09 | Capítulo 4 - Desempenho Apêndice B -Construção da ALU | X | |
| 03/09 | Capítulo 5 - Construção do Datapath monociclo | X | |
| 08/09 | Capítulo 5 - Datapath monociclo e controle | X | |
| 10/09 | Capítulo 5 - Datapath monociclo e controle | X | |
| 15/09 | Controle do datapath monociclo | X | X |
| 17/09 | Microprogramação | X | X |
| 22/09 | Capítulo 6 - Pipeline | X | X |
| 29/09 | Capítulo 6 - Pipeline | | |
| 01/10 | Capítulo 6 - Hazards | X | X |
| 06/10 | Capítulo 6 - Branch Prediction | X | X |
| 08/10 | Aula de Exercício | | X |
| 13/10 | Prova 1 | | |

Tabela 4.2: Calendário do curso de Arquitetura de Computadores 2008

| Data | Conteúdo | Vídeo | Exercício com Tablet PC |
|-------------|------------------------------|--------------|--|
| 20/10 | Capítulo 7 - Cache | X | X |
| 22/10 | Capítulo 7 - Cache | | X |
| 03/11 | Capítulo 7 - Memória Virtual | X | X |
| 05/11 | Capítulo 8 - Entrada e Saída | X | X |
| 10/11 | Capítulo 8 - Entrada e Saída | X | X |
| 12/11 | Multicore | | |
| 17/11 | Aula de Exercício | | |
| 19/11 | Prova 2 | | |
| 24/11 | Apresentações de Trabalhos | | |
| 26/11 | Apresentações de Trabalhos | | |
| 10/12 | Exame Final | | |

pudessem acessá-las após a aula correspondente. A figura 4.1 ilustra exemplos de transparências anotadas pelo docente durante a aula. Ressalta-se que, devido ao uso do Tablet PC, estas anotações foram feitas exatamente sobre o conteúdo projetado em sala de aula. Os *screencasts* que foram gravados foram disponibilizados no máximo 1 semana após a aula ministrada, com um *link* na página da disciplina.



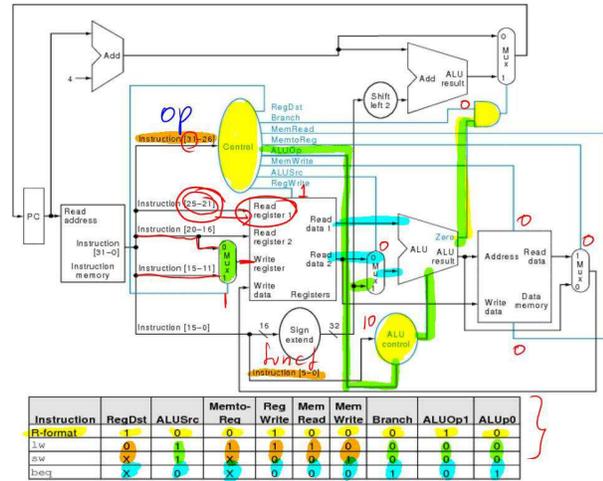
Monte um diagrama da execução das instruções

Tempo

- lw \$1, 100(\$2) IF ID EX MEM WB
- lw \$3, 100(\$4) IF ID EX MEM WB
- lw \$5, 100(\$6) IF ID ...
- lw \$7, 100(\$8) IF ID ...
- lw \$9, 100(\$10) IF ...

Handwritten calculations:
 360ps → x 200ps (800ps) → 26 ciclos
 10 pedacos → 10 ciclos + 4 ciclo = 14
 1400ps → 100ps
 5 lw => 9 ciclos
 1000 lw => 5 ciclos + 999 ciclos = 1004
 1 ciclo

©2004 Morgan Kaufmann Publishers 7



Multicycle Approach ① ② ③ ④

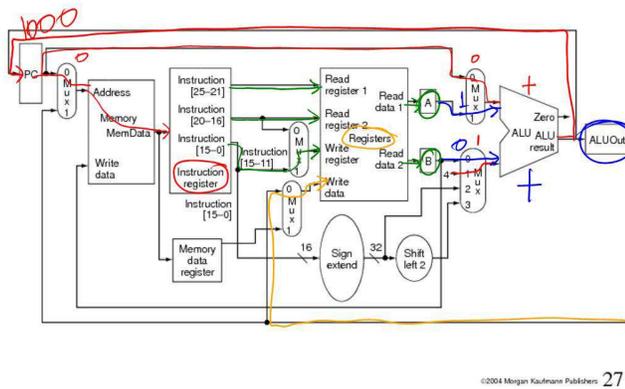


Figura 4.1: Transparências anotadas pelo docente

A disciplina contou com um total de 79 alunos matriculados inicialmente. 1 aluno trancou a disciplina, 5 foram reprovados por falta e 6 foram reprovados por nota. Esses dados são comparados com os cursos de semestres anteriores na seção de resultados.

Nas aulas colaborativas, os alunos foram instruídos a formarem grupos de 4 pessoas, e então orientados a pegar um Tablet PC no início da aula e seguirem um breve procedimento de inicialização e conexão com o Tablet PC do instrutor. Esse processo levou cerca de 5 a 10 minutos para ser executado por aula, sendo um pouco mais demorado na primeira aula. Alguns alunos optaram por seguir a aula sem a utilização do dispositivo durante as aulas ativas e colaborativas. No entanto, foram minoria e, em alguns momentos do curso foram convidados a testarem o equipamento, não havendo, porém, insistência por parte do docente ou obrigatoriedade na utilização do equipamento. Todos os Tablet PCs utilizaram o sistema operacional Windows Vista e o software Classroom Presenter para se conectar ao Tablet PC do docente. A figura 4.2 ilustra algumas soluções dos alunos que foram submetidas para o Tablet PC do docente.

Dadas essas mudanças no curso, foi necessário elaborar um método de avaliação que permitisse uma análise de impacto destes no aprendizado dos alunos, bem como avaliar, do lado do docente, se o retorno dado pelos alunos durante as aulas o ajuda a ter uma ideia mais precisa do entendimento destes sobre o conteúdo ensinado.

Para medição do impacto dos alunos foram utilizados questionários, baseados em trabalhos anteriores, adaptados às necessidades da avaliação nessa disciplina. O principal objetivo desses questionários era obter informações quantitativas e qualitativas sobre a metodologia de apresentação do curso, grau de impacto das aulas ativas e colaborativas no aprendizado dos alunos, hábitos de estudo fora da classe e a aceitação do Tablet PC por parte dos alunos.

4.2 Resultados

Ao fim do semestre, através da aplicação dos questionários, foram medidas mudanças nos hábitos, comportamento e motivação dos alunos durante o curso. Não levou-se em conta

Caches de Instruções e de Dados

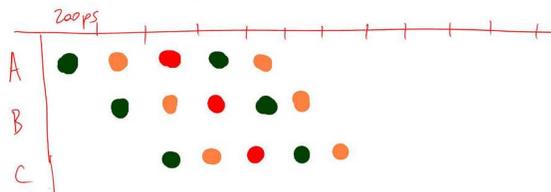
- As duas memórias que vimos no *datapath* monociclo e no *pipeline* são, na realidade, caches. Os processadores têm uma cache de instruções e uma de dados. A cache de dados difere da cache de instruções pela capacidade de suportar escritas. O que você modificaria no seu modelo anterior para suportar escritas?

Acrescentaria um sinal de controle que habilitaria tal função e ligar a memória na cache a fim de evitar inconsistência (escreve dados na cache e na memória). Mas, para melhorar performance, pode ser colocado um buffer de escrita em vez de cada escrita na cache ir diretamente a memória

©2004 Morgan Kaufmann Publishers 9

Você consegue extrapolar para um processador?

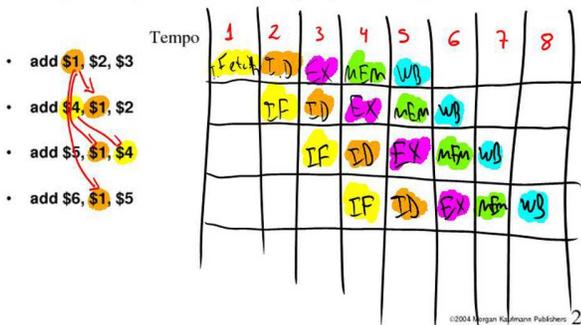
- Período do clock de 200ps
- Esqueçam, temporariamente, as dependências entre instruções
- Quantas fases seriam?
- Quais seriam as fases?
 - Dica: lembre-se do controle do *datapath* multiciclo
 - Todas as fases gastam o mesmo tempo?



©2004 Morgan Kaufmann Publishers 6

E se existirem dependências de dados?

- Faça o diagrama de tempo abaixo ignorando as dependências
- Indique as dependências e mostre por que elas atrapalham



©2004 Morgan Kaufmann Publishers 28

Exemplo

- Qual o tempo médio para ler ou escrever num disco com:
 - 10.000 RPM
 - Seek time médio de 6ms
 - Taxa de transferência de 50 MB/s
 - Overhead do controlador de 0,2ms

$$t = 0,2 \text{ms} + 6 \text{ms} + \frac{60}{10000} \cdot \frac{1}{2} + \frac{500}{50 \times 10^6}$$

$$t = 0,2 + 6 + 3 + 0,01$$

$$t = 9,21 \text{ms}$$

Labels for the equation: overhead, seek time, latência rotacional, transferência.

©2004 Morgan Kaufmann Publishers 5

Figura 4.2: Transparências com soluções dos alunos

medidas como notas finais, pois seria necessária a elaboração de um desenho experimental mais complexo. O curso é dinâmico e a dificuldade das provas pode variar baseada na percepção do entendimento da classe pelo professor, bem como o ritmo da matéria ministrada durante o curso, invalidando assim uma comparação direta em relação ao desempenho em cursos anteriores. Outros parâmetros, no entanto, como porcentagens de aprovação e reprovação, número de faltas, por sua maior regularidade, podem nos mostrar algo mais significativo sobre a mudança de comportamento dos alunos. Quanto ao modo de apresentação (utilizando a tela do Tablet PC projetada), nenhum aluno apresentou queixa,

pelo contrário, os alunos acharam que as aulas foram bastante claras e ricas visualmente. Não surgiram reclamações relativas ao ritmo das aulas, sendo recorrentes reclamações dos alunos sobre esse aspecto em outros cursos.

Dos 79 alunos matriculados na disciplina, 49 responderam a um questionário de avaliação sobre a introdução das aulas de exercício com Tablet PC. As respostas foram organizadas segundo a escala de Likert com 5 gradações, sendo o texto ajustado quando necessário. O primeiro parâmetro medido, relativo ao uso de Tablet PCs em aulas ativas e colaborativas, foi a dificuldade de adaptação dos alunos a esse novo ambiente. A figura 4.3 mostra os resultados obtidos.

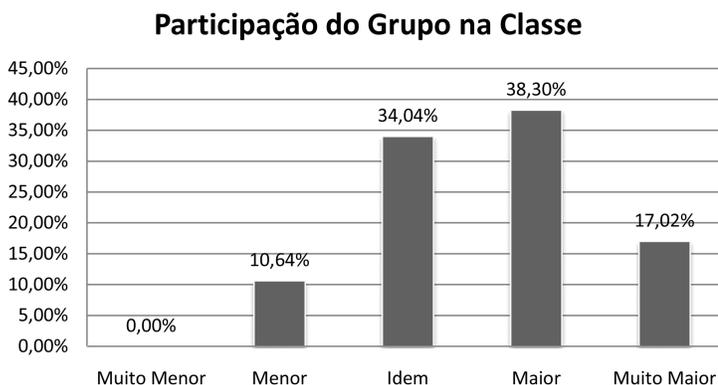


Figura 4.3: Dificuldade de adaptação dos alunos ao ambiente ativo e colaborativo

O gráfico nos mostra que a maioria dos alunos (81%) disse que se adaptou de forma muito fácil ou fácil ao novo ambiente. Na primeira aula ativa e colaborativa são dadas breves instruções de utilização, que mostraram-se suficientes para que os alunos entendessem o funcionamento do equipamento e a dinâmica da aula. Poucos alunos tiveram dificuldade, sendo ajudados pessoalmente quando necessário.

O segundo parâmetro em questão refere-se à atenção dos alunos na sala de aula. A figura 4.4 ilustra o resultado obtido.

Uma porcentagem alarmante dos alunos, 51%, disseram ter se sentido mais distraídos

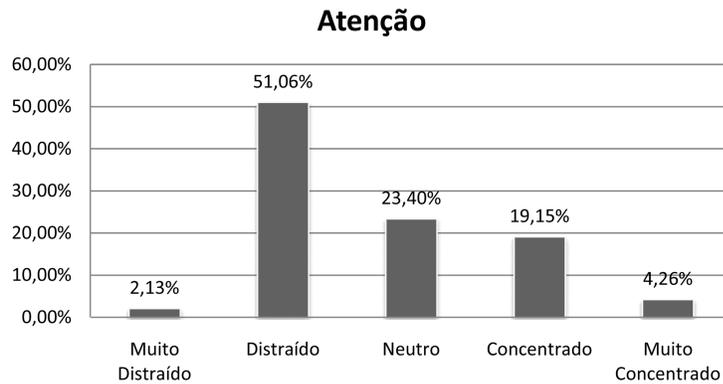


Figura 4.4: Atenção dos alunos durante aulas ativas e colaborativas

nessas aulas em comparação a aulas tradicionais. Acredita-se que a relação alunos por Tablet PC, especialmente elevada nessa classe, de 1 Tablet PC para cada 4 alunos é a principal causa da distração dos alunos. Os Tablet PCs foram utilizados numa sala de aula tradicional, com as cadeiras e mesas individuais dispostas em linhas e colunas. Há uma sala especial na Unicamp, equipada com mesas e cadeiras que permitem uma melhor disposição dos alunos, permitindo assim uma melhor interação entre os grupos de alunos. Nessa sala, no entanto, os alunos que se sentavam mais ao canto tinham alguma dificuldade para trabalhar com seus colegas. Alguns comentários dos alunos ilustram que estes tiveram uma visão semelhante do problema:

“Mais Tablets para diminuir a divisão do tempo de uso entre alunos, e cadeiras para melhor apoiar (ou mesas) o Tablet.”

“Acho que um maior número de Tablets disponíveis sanaria o problema da distração causada.”

“Sala grande atrapalhou o uso do Tablet PC, pois ficaram muito espaçados os alunos.”

“As aulas com o Tablet PC foram muito boas, apesar de facilitar a distração. Poderia haver um aumento no número de Tablet PCs.”

Outros fatores que podem ter contribuído na distração dos alunos foram a complexi-

dade dos exercícios aplicados e a acústica da sala. Alunos frisaram que o uso de exercícios pontuais para fixação de conteúdo seriam mais eficientes e ajudariam a resolver parte do problema da distração, já que os alunos não demorariam muito tempo para resolvê-los. Os seguintes comentários deixam o problema mais claro:

“Acredito que o principal motivo da dispersão em sala de aula após o início da utilização do Tablet PC foi o tamanho da sala e a acústica ruim para uma turma dividida em grupos que fatalmente vão discutir durante a aula.”

“A acústica das salas do PB é horrenda, sem contar a qualidade dos assentos.”

“Um dos pontos que me tiravam a atenção da aula era ver o que pessoas na minha frente estavam fazendo no Tablet.”

Apesar do problema com a distração, houve um comportamento muito interessante por parte dos alunos. Os estudantes que acabavam os exercícios mais rapidamente começaram a ajudar outros grupos a resolverem seu exercício, fazendo com que a classe trabalhasse de forma mais unida.

O problema das mesas e cadeiras não adequadas já era esperado, sendo incluída uma questão no questionário sobre o conforto dos alunos em sala. A falta de apoio adequada, bem como o pouco espaço existente entre uma cadeira e outra poderiam atrapalhar os alunos durante as aulas ativas com Tablet PC. Apesar das expectativas negativas em relação ao conforto, a figura 4.5 mostra que a maioria (74%) dos alunos se sentiu confortável ou muito confortável na sala de aula.

Apesar dos alunos terem se sentidos mais dispersos durante a aula, o questionário mostrou dois dados importantes: os alunos acharam que sua participação, tanto individualmente dentro do grupo, quanto individualmente dentro da sala de aula aumentou. A figura 4.6 mostra os gráficos que indicam essa mudança.

Pode-se notar, então, que um dos objetivos iniciais, que era tornar os alunos mais par-

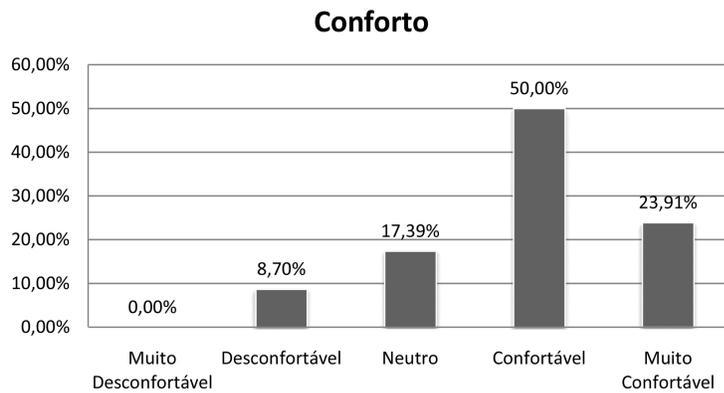


Figura 4.5: Conforto dos alunos em sala de aula

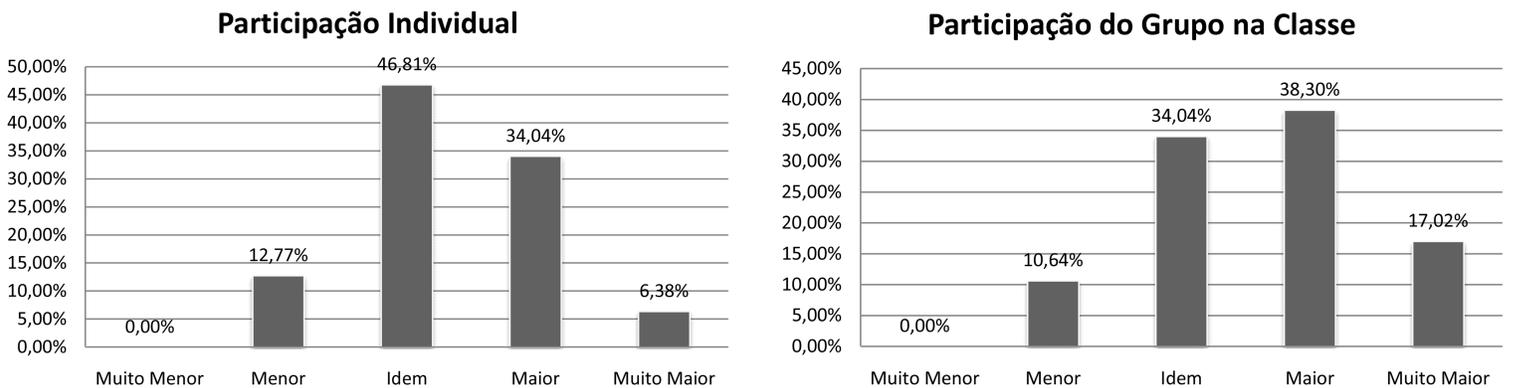


Figura 4.6: Participação dos alunos

ticipativos em sala de aula, foi atingido. O ambiente ativo e colaborativo, montado dessa forma, permite que os alunos tímidos e aqueles que precisam de um pouco mais tempo de raciocínio do que os melhores alunos da classe também possam participar ativamente das aulas com Tablet PC. Nesse ponto vale ressaltar que a submissão dos exercícios pode ser feita de forma anônima e esses alunos, antes excluídos, podem ter sua solução escolhida pelo professor para ser alvo de uma discussão com a classe. Outro fato relevante é que a diversidade de soluções com que o professor tem contato é muito maior, permitindo que ele tenha uma visão geral do entendimento da classe e que ele visualize erros comuns

cometidos pelos alunos, corrigindo-os imediatamente. Além disso, é possível mostrar para a classe mais de uma solução, valorizando alunos criativos e fazendo com que a turma tome contato com diferentes soluções, aumentando seu senso crítico.

Indício da melhor participação do professor está indicado na figura 4.7, que mostra a percepção dos alunos sobre o acesso ao professor para esclarecimento de dúvidas durante a aula.

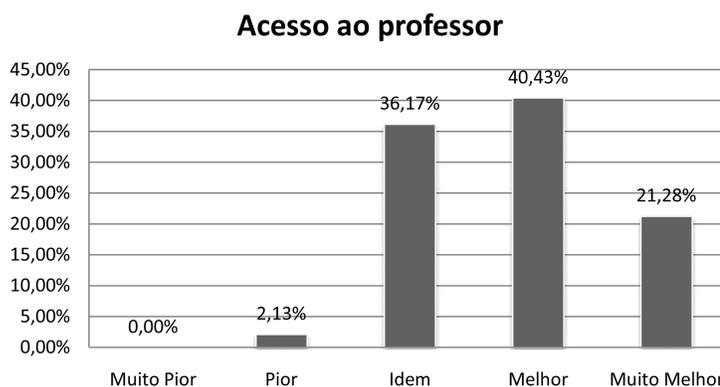


Figura 4.7: Acesso ao professor para esclarecimentos de dúvidas durante a aula

Diretamente do gráfico, é possível notar que maioria dos alunos, 62%, achou que as aulas ativas e colaborativas permitem um acesso ao professor melhor ou muito melhor, sendo que apenas uma parcela muito pequena (2%) dos alunos achou a nova abordagem pior em relação ao acesso ao professor. Conclui-se então que o uso de Tablet PCs em aulas ativas e colaborativas permite que o docente se comunique melhor com os alunos, fazendo com que os alunos notem que o instrutor consegue esclarecer melhor as dúvidas levantadas pela classe.

Outro fato avaliado foi como a nova metodologia de aplicação de exercícios se compara ao modelo tradicional. É comum o instrutor passar um exercício para os alunos no quadro negro, que devem então resolve-lo numa folha de papel. Por fim, o professor escolhe um aluno para apresentar sua solução na lousa ou um voluntário é chamado para tanto. Assim,

foi perguntado aos alunos se papel e caneta eram preferíveis ao Tablet PC. A ordem da pergunta nesse caso é importante, uma vez que os participantes de um questionário têm certa tendência em concordar com a afirmação que lhes é proposta. Como o interesse é validar essa nova metodologia, inverteu-se a ordem lógica da pergunta, pois assim garante-se que se houver alguma tendência ela será direcionada para a preferência de papel e caneta. A figura 4.8 mostra os resultados obtidos para essa pergunta.

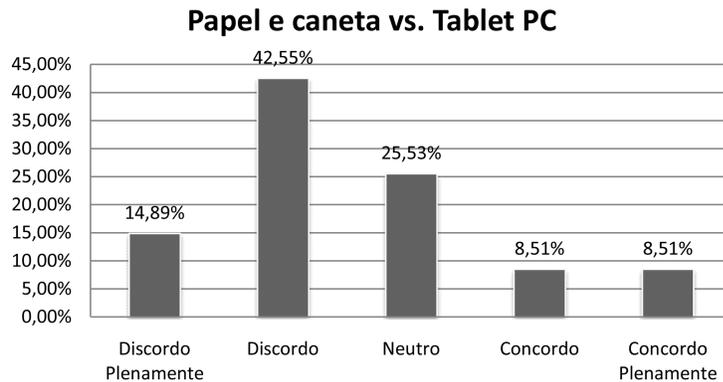


Figura 4.8: Preferência dos alunos: papel e caneta vs. Tablet PC

A maioria dos alunos disse discordar da afirmação, mostrando que preferem a utilização de Tablet PC para a realização dos exercícios ao invés de papel e caneta. Além disso, alguns alunos citaram que o fato do Tablet PC permitir que eles visualizassem qualquer transparência do docente e suas anotações fez com que eles pudessem acompanhar melhor a aula. Uma descrição emblemática disso é:

“O recurso de poder voltar em slide e relê-lo é muito poderoso. Dependendo da disciplina se você perdeu um slide você perdeu o resto da aula.”

Por fim, a figura 4.9 mostra os resultados encontrados quando os alunos foram perguntados sobre a importância do Tablet PC no seu aprendizado nessa disciplina.

Uma parcela muito pequena achou que o Tablet PC não colaborou em nada com seu aprendizado. Uma parcela significativa achou que o Tablet PC não teve influência

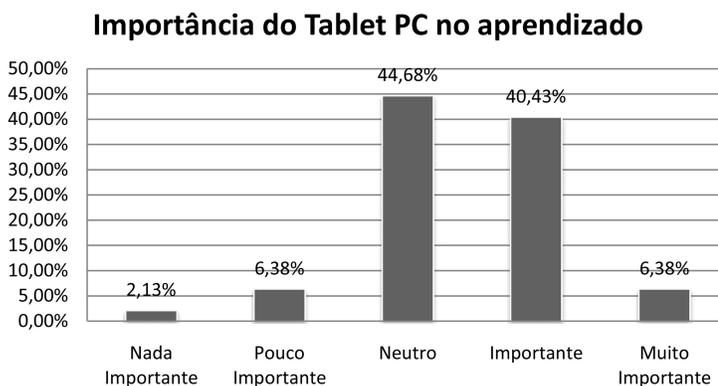


Figura 4.9: Importância do Tablet PC no aprendizado dos alunos na disciplina de Arquitetura de Computadores

no seu processo de aprendizado, adotando uma posição de neutralidade. Outra parcela significativa ressaltou a importância do Tablet PC no seu aprendizado. Nesse ponto, pode-se destacar que quase metade dos alunos encontrou alguma importância no Tablet PC durante seu processo de aprendizado (47%).

Do ponto de vista do docente, a possibilidade de fornecer atividades durante a aula e ter as respostas dos alunos disponíveis instantaneamente, para avaliar o nível de retenção, cria novas alternativas de ensino. A partir da introdução do Tablet PC em sala, foram incluídas atividades de motivação no início de cada aula onde os alunos, em grupos, deviam resolver pequenas tarefas relacionadas com o tema da aula. Antes da aula sobre *caches*, os alunos foram expostos a uma listagem de números representando endereços de memória com restrição de que teriam apenas 4 lugares temporários para armazenar os números mais utilizados. Na primeira versão, eles sabiam todos os números que seriam apresentados e indicaram os números que mais ocorriam. Em seguida, eles deviam realizar a mesma operação mas sem levar em conta o conhecimento sobre a listagem, tomando decisões passo a passo. A terceira atividade consistia em modelar uma forma de endereçar rapidamente os 4 lugares temporários conforme o endereço de entrada. Para cada um

destes passos, as soluções intermediárias de vários grupos de alunos eram comentadas, anonimamente, na frente da sala e as alternativas mais factíveis foram escolhidas para dar prosseguimento à aula, tornando-a mais interativa e permitindo que os estudantes tivessem contato com uma discussão comparativa com as soluções dos colegas.

Outro ponto estudado foi como a distribuição dos slides anotados pelo professor e dos *screencasts* modificou a forma de estudo dos alunos. Além disso, estatísticas de utilização como quantidade de alunos que utilizaram os *screencasts* como material de estudo, quantos foram vistos, quais partes foram assistidas também fizeram parte do questionário. Eles também foram questionados sobre sua assiduidade à sala de aula frente a existência dos vídeos, interesse em assistir as aulas remotamente, importância de indexação, a fim de facilitar a visualização de trechos específicos das aulas (nesse caso não havia nenhuma forma de indexação, conforme será explicado posteriormente). Por fim questionamos sobre a facilidade para assistir os vídeos ou problemas ocorridos ao tentar fazê-lo e sobre a qualidade destes. Esse questionário foi respondido por 58 dos 79 alunos matriculados no curso. Todos os resultados aqui apresentados são referentes a esses 58 alunos.

A figura 4.10 mostra que a maioria dos alunos (dos 58 que responderam o questionário) utilizou os vídeos, sendo 86% dos estudantes. Os estudantes que não utilizaram o vídeo não apresentaram os motivos para tanto. Um levantamento no servidor apontou uma média de 36 ± 10 acessos únicos para cada *screencast*, sendo o número mínimo de acessos igual a 18 e o máximo igual a 50. 17 alunos estimaram a quantidade de horas de vídeo assistidas, sendo que o resultado uma média de $18 \pm 13,7$ horas de vídeo. 14 alunos estimaram o número de vídeos que foram consultados por eles, chegando a uma média de 11 ± 7 vídeos.

Alguns comentários dos alunos que ilustram o uso dos vídeos:

“Qtde de horas: pelo menos 5 horas, foi mais utilizado p/tirar dúvidas de coisas que

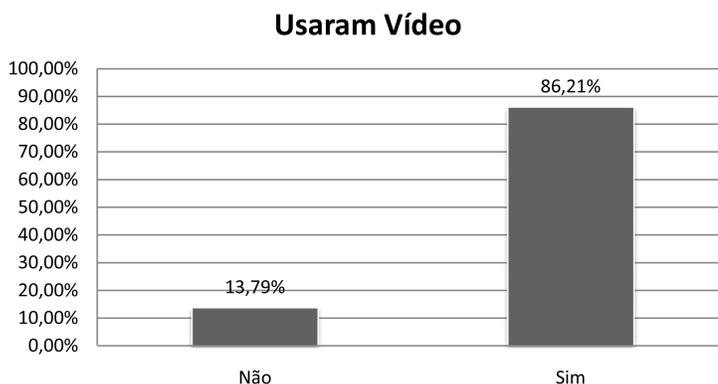


Figura 4.10: Percentagem de alunos que utilizaram vídeos como material de estudo

não entendi ou alguma coisa extra ao livro.”

“Aproximadamente 5 vídeos na 1ª prova e 1:30hs de vídeos diversos na 2ª prova.”

“Os vídeos (as aulas) abrangem bastante o conteúdo proposto no livro-texto. É uma ótima idéia a ser continuada, mas talvez a qualidade do som poderia melhorar. Tirando as aulas de introdução eu assisti todos os vídeos.”

Também foi perguntado para os alunos se estes tiveram problemas na utilização dos vídeos. O formato escolhido para publicação foi o *Flash Video* [54]. Uma vez que sites populares como *YouTube* [58] utilizam esse formato, é esperado que grande maioria dos usuários tenha o software necessário para assistir os vídeos instalados em suas máquinas. A figura 4.11 mostra que uma quantidade pequena, embora não desprezível, dos alunos (20%) tiveram problema na visualização dos vídeos. Era pedido aos alunos que tiveram problema para que detalhassem o ocorrido. A maioria das reclamações se deveu ao fato do servidor de vídeos não estar disponível em alguns momentos. Os vídeos foram colocados numa máquina localizada na sala do docente, junto com o site da disciplina. Eventualmente, problemas como queda de rede no Instituto de Computação ou desligamentos de energia para reparos na rede elétrica do campus da Unicamp foram os principais responsáveis por esse problema. Apenas um aluno reclamou que uma máquina do laboratório de

informática do instituto estava sem o software necessário para visualização dos vídeos.

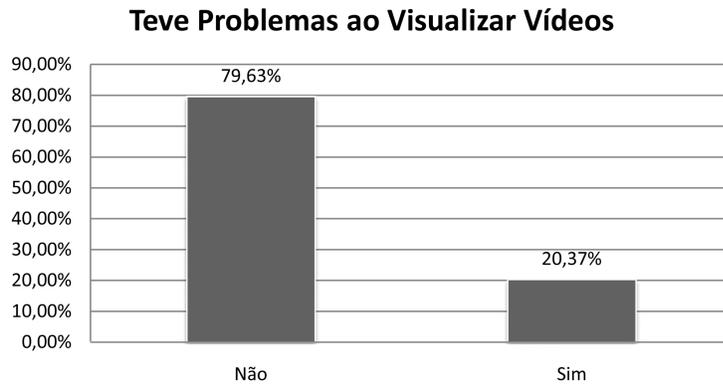


Figura 4.11: Percentagem de alunos que tiveram problemas na visualização dos vídeos

Alguns comentários que ilustram os problemas enfrentados pelos alunos:

“Em alguns momentos os vídeos não abriam, mas eram raros.”

“Alguns não carregavam.”

“Conexão lenta atrapalha. Seria interessante poder baixar.”

Como os vídeos gravados são uma reprodução da tela projetada pelo instrutor durante a aula, sincronizada com seu áudio, foi perguntado aos alunos se a qualidade dos vídeos era boa o suficiente para ser assistida posteriormente. A figura 4.12 mostra que nenhum aluno achou os vídeos ruins ou muito ruins, com praticamente todos alunos (94%) dizendo que a qualidade destes foi boa ou muito boa. Em matérias onde há uma grande densidade de figuras, símbolos, diagramas e esquemas seria muito oneroso capturar a aula. Esses materiais são a essência da aula, sendo que, para capturá-los num vídeo convencional, seria necessário pelo menos uma câmera e um operador, além do vídeo ter que ser disponibilizado numa alta resolução para legibilidade dos detalhes. O uso do Tablet PC permite que o docente, sem prejuízo do conteúdo da aula, possa gravá-la apertando um simples botão, além de gerar um vídeo com um tamanho muito reduzido (cerca de 60MB/hora) e boa resolução. Mesmo com esse tamanho, alguns alunos com conexões de Internet mais

lentas reclamaram da velocidade, sendo esse um fator de importância na qualidade dos vídeos. Outro ponto citado foi a qualidade dos vídeos e o fato de perguntas dos alunos não serem capturadas pelo microfone do docente. Alguns comentários dos alunos que ilustram esses problemas foram:

“O áudio do vídeo deixou um pouco a desejar. Não foi possível ouvir perguntas dos alunos.”

“Não é possível escutar o que os alunos falam (suas dúvidas e respostas).”

“Editar vídeos removendo dúvidas inaudíveis e piadas fora de contexto.”

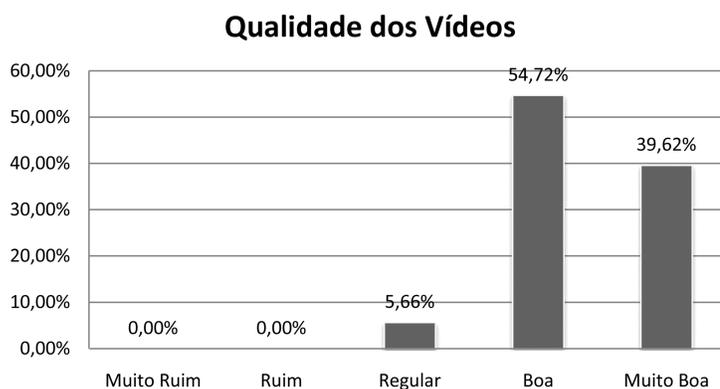


Figura 4.12: Qualidade dos vídeos

Uma vez que a principal intenção ao gravar os vídeos é fornecer aos alunos um material extra para estudo, utilizado como referência, uma variável importante a ser medida é a introdução de alguma forma de indexação dos vídeos, permitindo que os alunos naveguem mais facilmente para o trecho desejado. A figura 4.13 ilustra que 81% dos alunos acharam que é importante ter alguma forma de indexação, dando indícios de que grande maioria realmente não está interessada em utilizar o vídeo como substituto da aula e sim consultar partes deste para esclarecimento de dúvidas.

Apesar dessa tendência de utilização de partes do vídeo para revisão, alguns alunos utilizaram o vídeo como substituto da aula toda em alguns casos especiais. A figura 4.14

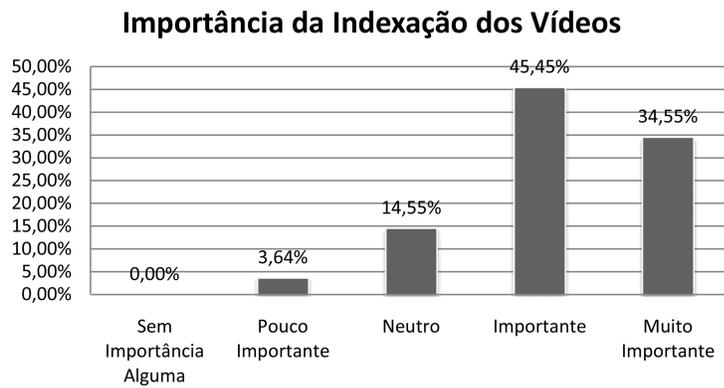


Figura 4.13: Importância da indexação dos vídeos (para busca)

mostra que 26% dos alunos que tinham que faltar a uma aula preferiram fazê-lo nessa matéria. Alunos que tinham compromissos pessoais, como consultas médicas e exame de carteira de motorista, deixaram para realizar essas atividades no horário da disciplina de Arquitetura de Computadores porque sabiam que teriam os vídeos e slides do professor disponíveis para consulta via WEB. Os alunos foram questionados sobre quantas faltas eles tiveram graças a disponibilização dos vídeos. Foi encontrada uma média de 3 faltas, sendo o máximo 6, num total de 8 faltas permitidas durante o semestre.

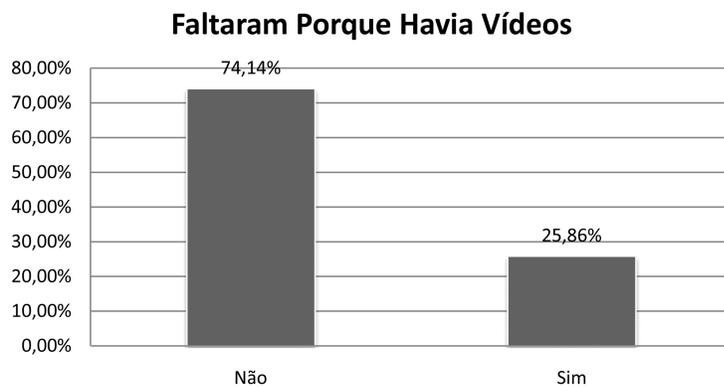


Figura 4.14: Alunos que indicaram que faltaram aula por saber que o vídeo seria colocado online

Também foi perguntado aos alunos se eles assistiriam uma aula remotamente em tempo

real, mostrando o mesmo vídeo que era produzido nos *screencasts*. Conforme mostrado pela figura 4.15, 48% dos alunos responderam que assistiriam uma aula remotamente, caso esta fosse transmitida via WEB. Esse resultado abre portas para alguns testes como, por exemplo, aulas de tutoria virtual em que a presença não é obrigatória e afins. Como não é o escopo desse trabalho, não foram realizados testes nesse sentido.

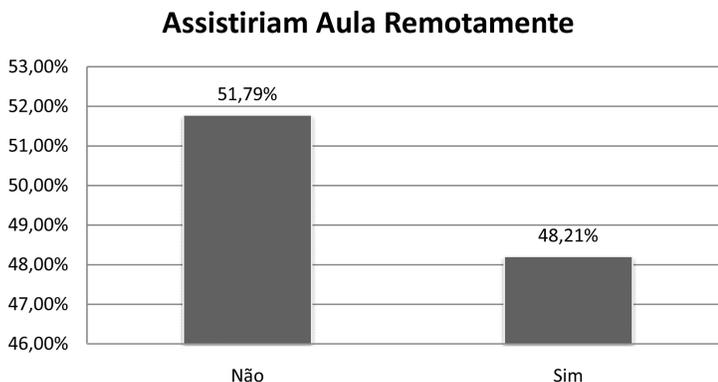


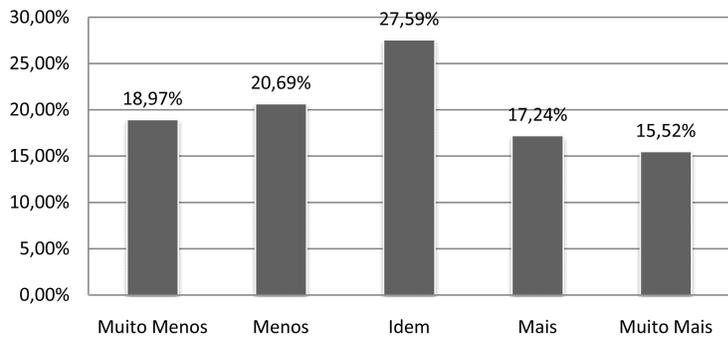
Figura 4.15: Percentagem de alunos que assistiriam a aula via WEB

Com relação ao método de estudo dos alunos, achou-se interessante avaliar quais materiais eles utilizaram para estudar durante o curso, uma vez que agora eles tiveram à sua disposição os *screencasts* e também os slides anotados do professor. Foi pedido aos alunos que eles comparassem, em relação com outras disciplinas que não utilizam o Tablet PC, o uso de livro texto, lista de exercícios, notas de aula pessoais, notas de aula do docente e outros como Internet. A figura 4.16 mostra os resultados obtidos.

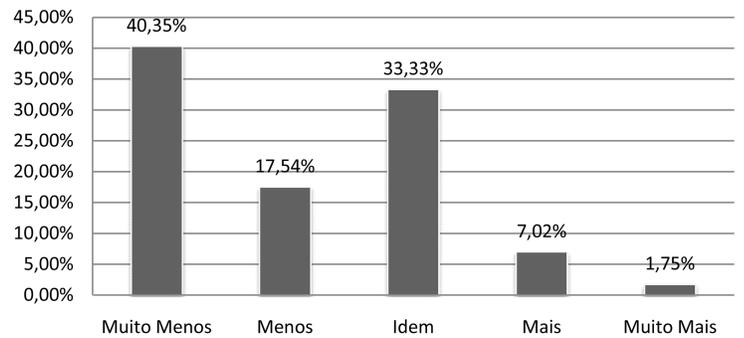
Podemos ver que, em relação ao livro texto e lista de exercícios houve uma distribuição praticamente idêntica das respostas dos alunos dentre as alternativas, sendo possível concluir que as modificações introduzidas no curso não afetaram, pelo menos não de maneira sistemática, o uso desses recursos didáticos na rotina de estudo dos alunos. Essa tendência não se repete em relação ao uso de notas de aulas pessoais, com 58% dos alunos citando que fez menor uso de suas anotações pessoais e apenas uma pequena parcela

(9%) respondendo que fez mais ou muito mais uso de anotações pessoais em comparação a cursos que não utilizaram Tablet PC. O uso de notas de aula do professor passou a ser mais ou muito mais utilizado por 50% dos alunos, indicando que frente à facilidade de consulta os estudantes consideram esse material uma boa fonte de conteúdo.

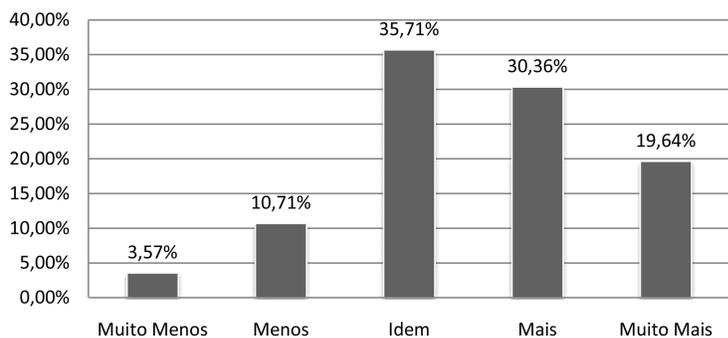
Uso do Livro Texto



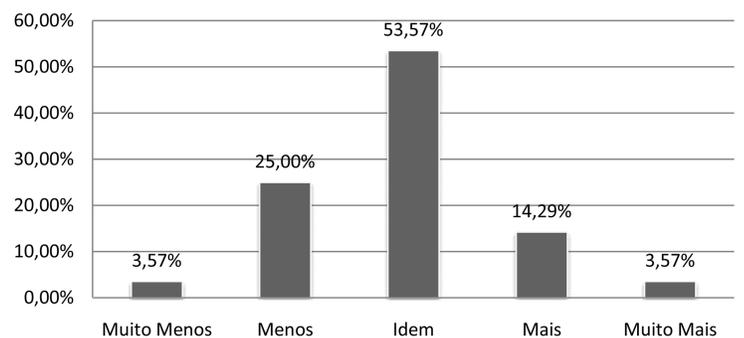
Uso de Notas de Aula Pessoais



Uso de Notas de Aula do Professor



Uso de Lista de Exercícios



Outros Materiais

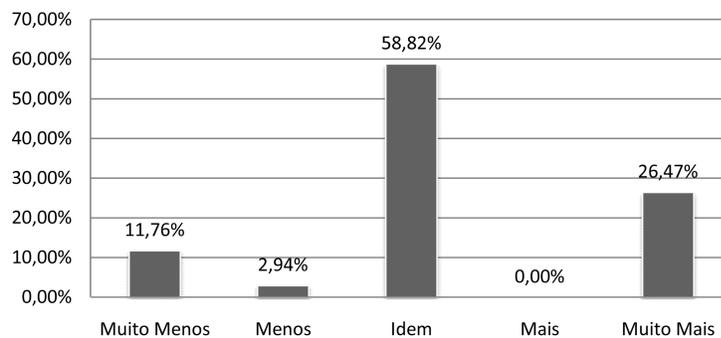


Figura 4.16: Comparativo do uso de materiais didáticos no curso

Além das medições explícitas, através dos questionários, os vídeos permitem a utilização de medidas implícitas, como o *log* de acesso do servidor WEB para levantarmos algumas informações relevantes sobre o comportamento dos alunos. A figura 4.17 mostra um gráfico do tráfego de dados no servidor no mês de outubro. O eixo Y mostra a quantidade de dados transferidos (em MB) e o eixo X mostra os dias do mês de Outubro. No dia 4, por exemplo, pode-se notar que o tráfego de dados (em MB) chegou próximo de 1000MB.

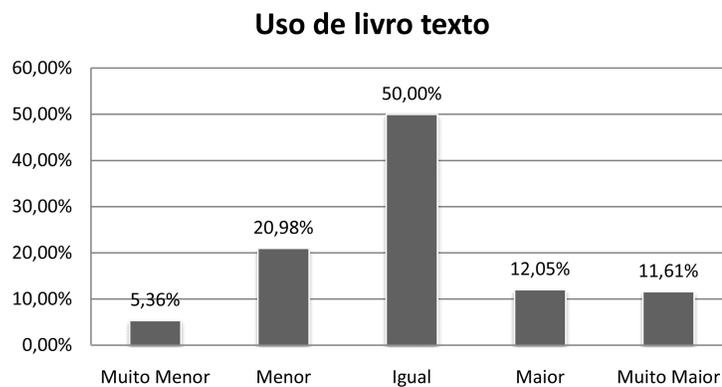


Figura 4.17: Tráfego de dados no servidor, mês de Outubro

Foi aplicada uma prova no dia 13 de Outubro. Como podemos ver, há um aumento sistemático no tráfego de dados a partir do dia 9 de Outubro, mostrando que os alunos começaram a estudar para a prova com cerca de 4 dias de antecedência. Esse padrão se repetiu para a segunda prova, com o tráfego do servidor aumentando drasticamente 4 dias antes da prova.

Outro dado interessante é a quantidade de acessos únicos às aulas. A figura 4.18 ilustra o número de acessos únicos a cada uma das aulas. O gráfico mostra no eixo Y o número de alunos e, no eixo X, mostra a data da aula. A aula do dia 10 de Setembro teve 41 acessos únicos, por exemplo. Olhando a correspondência da data com o conteúdo podemos levantar que as aulas mais acessadas foram referentes a Hazards e Memória Virtual. Isso

permite que o docente tenha uma noção de quais tópicos os alunos provavelmente estão tendo mais dificuldade e, por consequência, há mais pessoas acessando esses vídeos. Numa eventual dúvida sobre o que explicar numa aula de revisão ou qual tópico gastar mais tempo o professor tem uma indicação mais concreta de quais pontos não tenham ficado tão claros para os alunos. Outro ponto interessante desse tipo de inferência é que ela é implícita, isto é, é possível extrair informações acerca do entendimento dos alunos apenas das estatísticas de uso dos vídeos, sem ser necessária nenhum tipo de interferência nas suas atividades ou medições diretas.

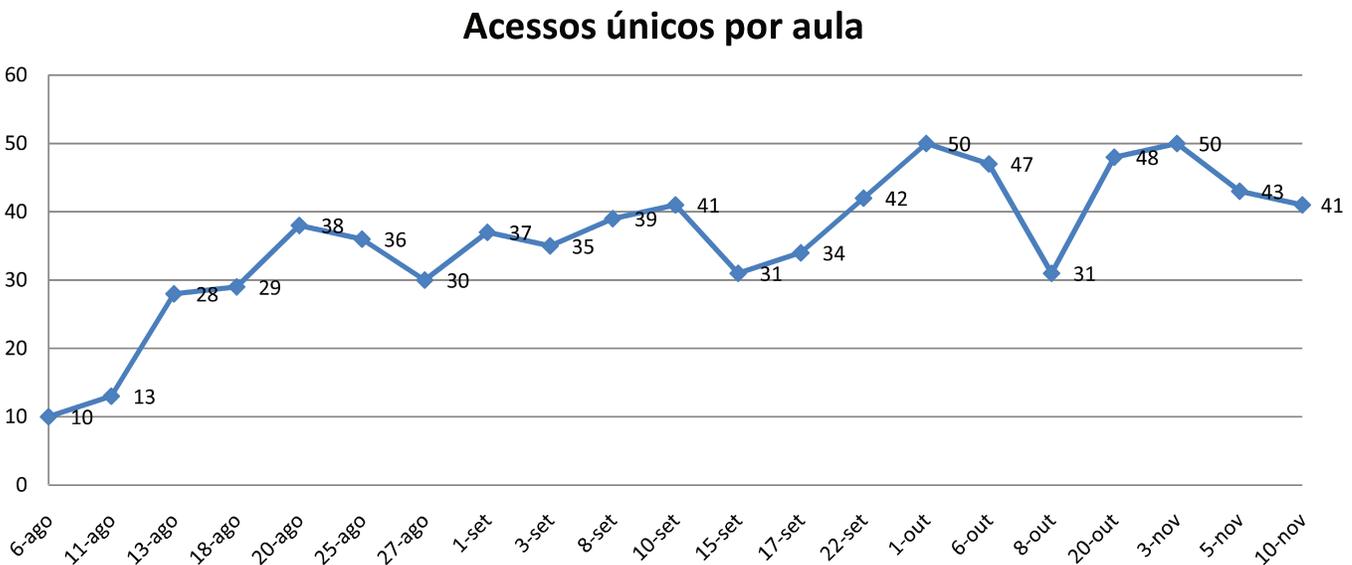


Figura 4.18: Número de acessos únicos para cada aula

Segundo o docente o modelo adotado de *screencast* permite que os alunos assistam, novamente, exatamente a mesma aula que assistiram em sala. Desta forma, eles têm maior controle sobre a navegação nos vídeos, movimentando para os momentos desejados das aulas, tirando dúvidas específicas no momento que desejarem. Um exemplo disto é o padrão de acesso aos vídeos que possui altas taxas de transferência do servidor durante a noite e madrugada. Também das taxas de transferências do servidor, é possível distinguir as aulas mais assistidas e, com isto, fornecer mais exercícios para sanar as dúvidas dos

alunos. Outro ponto importante a considerar é que o trabalho de gravação é extremamente simples, bastante um microfone de mesa e o software que executa no Tablet PC.

Capítulo 5

Gravação de *screencasts* em larga escala

Este capítulo descreve o uso dos Tablet PCs para a gravação de vídeos de algumas disciplinas dos cursos de graduação da UNICAMP. Na primeira seção serão explicados detalhes sobre quais cursos utilizaram os equipamentos e como a logística para gravação e disponibilização do conteúdo gravado funcionou. A segunda seção apresenta os resultados e conclusões sobre o impacto da disponibilização das aulas, na forma de vídeos e slides, e da mudança de apresentação do curso com a utilização do Tablet PC na experiência de aprendizado dos alunos.

5.1 Descrição do Experimento

Graças à boa aceitação e ao amplo uso dos *screencasts* gravados no curso de Arquitetura de Computadores, tornou-se interessante estudar a possibilidade de gerá-los numa escala mais ampla, ampliando seu uso para outras disciplinas. Diferentemente das aulas ativas com Tablet PCs, financeiramente onerosas para a universidade, a gravação dos *screencasts*

requer poucas alterações nas apresentações dos docentes, é de fácil utilização e atinge um maior número de alunos com menos recursos. Acarreta, entretanto, algumas tarefas extras para o docente, como a necessidade de fazer *upload* dos arquivos de vídeo para um servidor e controlar o acesso dos alunos ao material publicado.

No curso de Arquitetura de Computadores, o docente utilizou dois softwares distintos: um para apresentar a aula (*Classroom Presenter*) e outro para fazer a gravação (*Camtasia Studio*). Após a gravação, o docente ainda precisava fazer o *upload* do arquivo de vídeo para o servidor e criar as referências manualmente na página da disciplina. Uma vez que esse processo tem que ser feito após toda aula, ele se torna um fardo para o docente, acarretando em considerável perda de tempo com essas tarefas extra-classe.

Além disso, existem também as questões sobre o modelo de uso dos *screencasts*, sendo a intenção deste projeto fornecer um material de estudo extra-classe para revisão da aula magna. Dessa forma, conforme foi demonstrada na experiência com o uso de *screencasts* no curso de Arquitetura de Computadores, a maior parte dos alunos acessa o vídeo com interesse em alguns pontos chave, não para ver todo o conteúdo. Uma maneira de realizar a indexação dos vídeos, de forma a facilitar a navegação dos alunos pelo vídeos, seria de grande ajuda.

Por fim, a utilização dos vídeos por parte dos alunos gera estatísticas de uso que podem dar indícios significativos sobre os pontos da matéria que mais estão chamando a atenção. Dessa forma, pode-se estudar se existem correlações entre os trechos de vídeos mais assistidos e os pontos mais importantes ou difíceis da matéria, dando aos docentes informações sobre quais assuntos devem ser reforçados em sala de aula. Uma característica interessante desse método é que ele é implícito, isto é, não é necessário fazer perguntas diretas aos alunos, uma vez que o fato de sua atenção estar dedicada aquele ponto do vídeo já demonstrar algum sinal de interesse.

Os experimentos com gravação de *screencasts* numa escala mais ampla começaram no 1º semestre de 2009, com as gravações de aulas das seguintes disciplinas (cerca de 1000 alunos matriculados nas disciplinas):

- Física I (F 128) - disciplina básica de física da UNICAMP. A grande maioria dos alunos são ingressantes de cursos de exatas. Foram gravadas as aulas de 5 docentes dessa disciplina;
- Introdução à programação de computadores (MC 102) - disciplina inicial de programação, ministrada para ingressantes de alguns cursos de exatas. Foram gravadas as aulas de um docente dessa disciplina, Arnaldo Viera Moura;
- Eletromagnetismo I (F 502) e Estrutura de Matéria II (F 489) - disciplinas avançadas de física, ministradas para alunos do curso de física da UNICAMP.

Os docentes dessas disciplinas ministraram suas aulas de forma semelhantes à disciplina de Arquitetura de Computadores, utilizando a projeção da tela do Tablet PC para passar o conteúdo para os alunos e gravando vídeos da aula projetada sincronizados com o áudio ambiente da classe. Por se tratar de um projeto piloto, os docentes envolvidos acharam prudente limitar o acesso ao conteúdo somente a alunos da UNICAMP.

Para facilitar o trabalho dos docentes e garantir a restrição ao acesso, foi desenvolvido um servidor para acomodar os vídeos e slides da aula. O *Classroom Presenter* foi modificado de forma a tornar simples o processo de gravação e envio de material ao servidor de vídeos, automatizando o processo. Para iniciar a gravação, basta o docente pressionar um botão de iniciar gravação na interface gráfica, ilustrado pela figura 5.1.

Ao pressionar esse botão pela primeira vez, o usuário deverá fornecer algumas informações sobre a disciplina que está sendo gravada, alguns parâmetros do codificador de vídeo e informações sobre o servidor de vídeo. Outras informações, referentes à aula que

será gravada são requisitadas antes de iniciar a gravação. Após o término da aula (ou qualquer outro momento desejado) a gravação é finalizada pressionando novamente o botão de gravação. Essa gravação passa a constar na lista de aulas da aplicação e, a partir dela, o docente poderá fazer o envio das aulas gravadas para o servidor escolhendo as aulas desejadas e clicando no botão enviar. Aulas com o fundo na cor verde já foram enviadas e recebidas pelo servidor, enquanto aulas com o fundo na cor vermelha ainda não foram enviadas para o servidor. As figuras 5.2, 5.3 e 5.4 mostram as duas janelas de configuração da gravação de aulas e a janela de lista de aulas.



Figura 5.1: Botão de gravação inserido na interface do *Classroom Presenter*

Os alunos podem acessar as aulas enviadas ao servidor através de um *website*, mediante cadastro e recebimento de senha em um *e-mail* oficial da UNICAMP, fornecido pela Diretoria Acadêmica da instituição. Além do vídeo da aula, os alunos também podem acessar, logo abaixo deste, a sequência de slides utilizada durante a aula. Essa foi a forma mais prática de se indexar o conteúdo dos vídeos de forma automática, permitindo

que os alunos naveguem por esses slides até o momento da aula desejado. A experiência prévia com o curso de Arquitetura de Computadores e trabalhos como Subhlok *et al* [50] (75% dos estudantes que utilizaram vídeos num formato semelhante ao dessa dissertação relataram que a existência de índices nos vídeos seria uma grande melhoria) ressaltam a importância dos índices nos vídeos. As figuras 5.5, 5.6, 5.7 mostram a interface de seleção de disciplinas/aulas e a interface de visualização dos vídeos, com os índices.

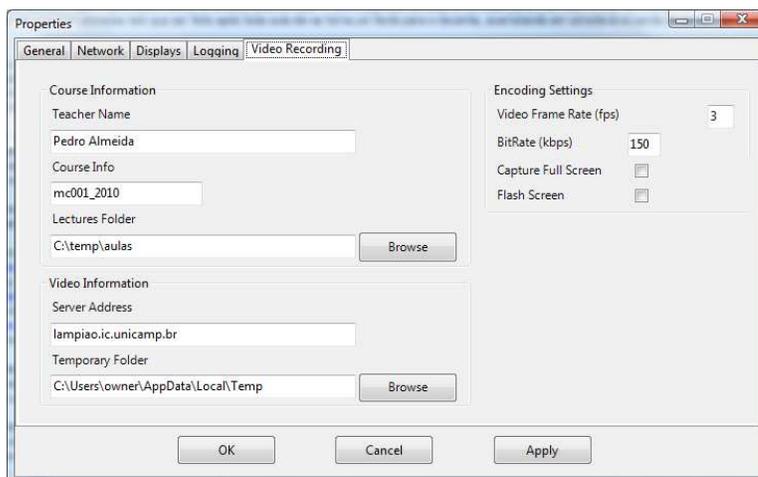


Figura 5.2: Tela de configuração de parâmetros de gravação de aulas

O experimento consistiu na avaliação do uso dos vídeos, forma de apresentação da disciplina com a utilização de Tablet PCs através de questionários aplicados aos alunos. A opinião dos docentes sobre o experimento também foi considerada. Estatísticas de acesso aos vídeos foram medidas, porém não foram repassadas aos docentes nesse primeiro experimento, a não ser informalmente. Aconteceram diversos problemas de logística, como ruído e volume de áudio, interferência com microfones *bluetooth*, problemas no software, curva de aprendizado dos docentes, configuração de servidor que nesse primeiro momento necessitaram de maior atenção para viabilizar as gravações. A não ser pela gravação e distribuição eletrônica dos vídeos das aulas e dos slides não foram feitas mudanças significativas nos cursos.

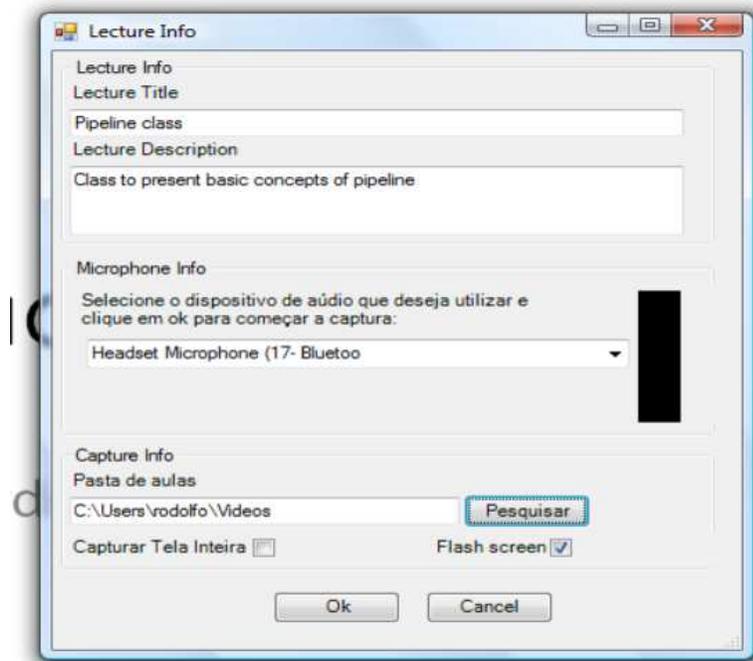


Figura 5.3: Entrada de dados sobre a aula a ser gravada e escolha de microfone

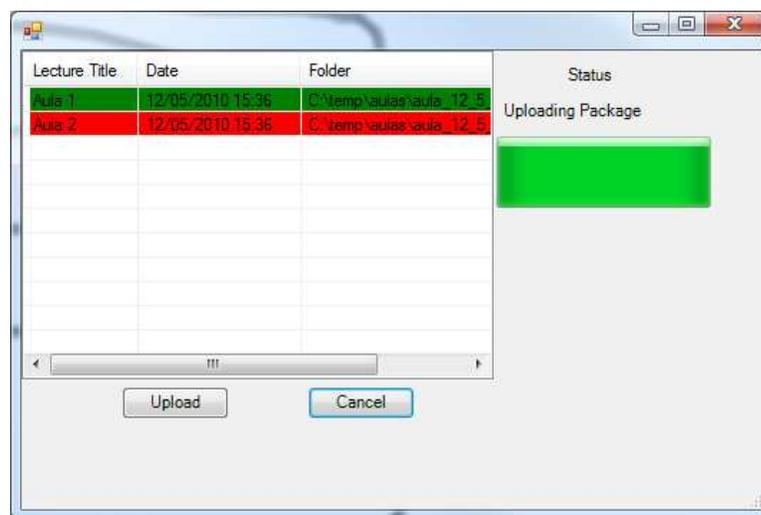


Figura 5.4: Tela de controle de envio de aulas para o servidor

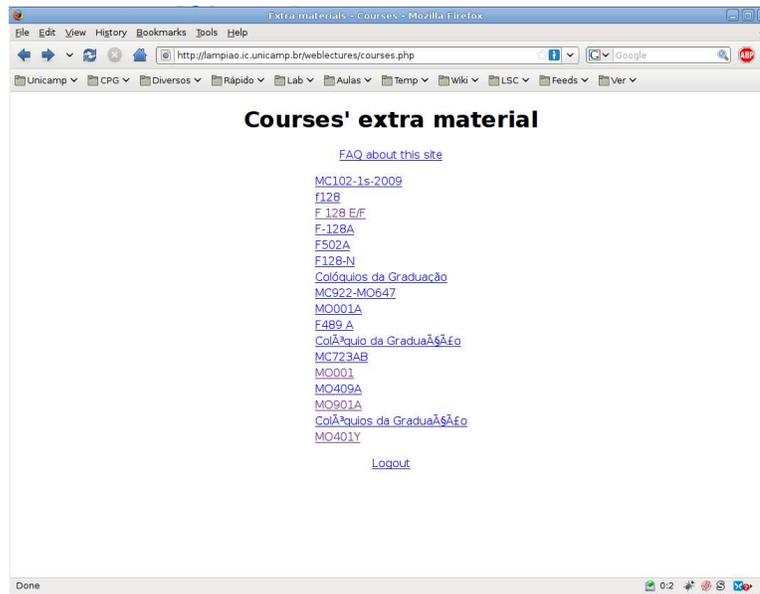


Figura 5.5: Interface de seleção de disciplinas

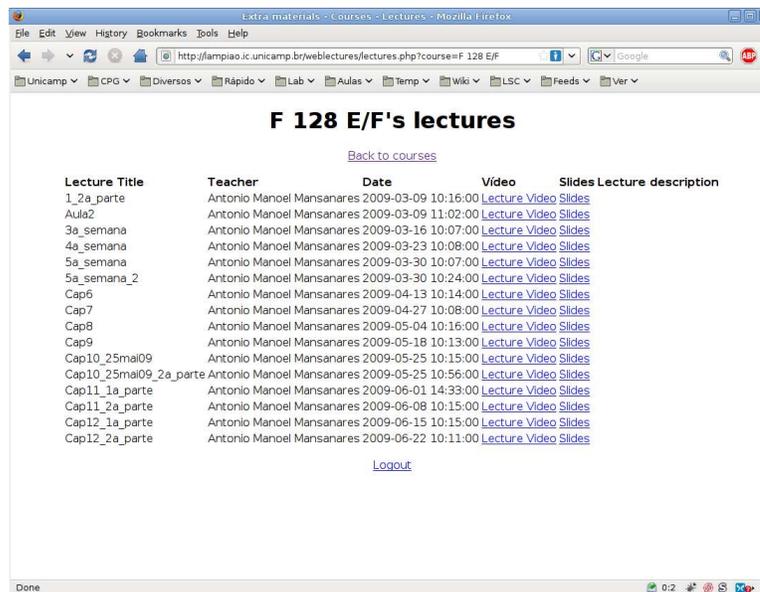


Figura 5.6: Interface de seleção de aulas

5.2 Resultados

Ao término do semestre, foi aplicado um questionário para as turmas que fizeram uso dos vídeos. Os questionários foram aplicados uma aula após a última prova da matéria, por



Figura 5.7: Interface de visualização de vídeos com índices

conta disso, a quantidade de respondentes foi menor que a esperada, sendo no total 225 respondentes. A utilização de vídeos tende a se intensificar em épocas de prova, pretendia-se avaliar o efeito destes no curso todo, o que inclui a última prova. Em trabalhos futuros, a época de passagem do questionário será revisada, de forma a atingir uma amostra com um tamanho maior. Somando-se todas as turmas que participaram da gravação tem-se um total de 1125 alunos (não contabilizados os alunos desistentes).

O semestre em questão compreendeu o período de 02/03/2009 a 18/07/2009. Até a data final foram criadas 628 contas de alunos para acessar os vídeos, correspondendo a cerca de 55,82% do total de alunos matriculados na disciplina. Os respondentes do questionário reportaram ter assistido uma média de $6,57 \pm 7,60$ vídeos, com uma média de tempo igual a $9,52 \pm 14,10$ horas de vídeo por aluno. O gráfico da figura 5.8 mostra a porcentagem de alunos que tiveram algum problema para visualizar os vídeos.

Algumas citações de problemas citados pelos alunos:



Figura 5.8: Alunos com problemas para visualizar os vídeos

“Não consegui fazer o login.”

“Não recebo a senha após o cadastro.”

“Os vídeos não abriam. Ficavam parados na tela inicial.”

A não ser por alguns casos isolados com problemas por falta de instalação de bibliotecas necessárias para visualização dos vídeos (somente o *Flash*) pode-se destacar duas causas principais como fonte de problema na visualização dos vídeos. A primeira delas, relacionada com o login, apresentou problemas devido à restrição de que somente alunos da UNICAMP poderiam acessar os vídeos, necessitando realizar um cadastro para receber uma conta para utilizar o sistema. A maneira mais prática para resolver essa questão foi o envio das informações das contas dos alunos para um *e-mail* institucional que somente os alunos da UNICAMP possuem. Por serem calouros, entretanto, parte dos alunos desconhece essa conta, fazendo com que muitos deles não entendessem corretamente o mecanismo de funcionamento do envio de senha. A segunda causa, referente às dificuldades no acesso aos vídeos como travamentos ou lentidão, se deve ao fato da máquina utilizada como servidor de vídeos ser uma máquina utilizada para outros propósitos, algumas vezes sendo reiniciada ou tendo problemas de rede.

A figura 5.9 mostra o uso de materiais didáticos dos alunos comparativamente em

relação à disciplinas que não tiveram vídeos publicados e que não utilizam Tablet PC como forma de apresentação. Em relação ao uso do livro texto como material didático, novamente não foram encontradas tendências, com uma boa distribuição entre os valores mais e menos e com 50% dos alunos citando um uso igual em outras disciplinas. Notas de aula próprias tiveram uma queda considerável, com 60% dos alunos citando menos ou muito menos uso das suas notas de aula quando as aulas são ministradas com Tablet PC. Um resultado um tanto inesperado é em relação ao uso de notas de aula do professor. Esperava-se que a disponibilização dos slides anotados dos docentes fizesse com que o uso desse material fosse maior, o que não se comprovou na prática, pois não houve tendência para os extremos. Em relação ao uso de listas de exercícios e outros materiais houve uma ligeira tendência a um maior uso desses materiais.

De algumas citações dos alunos pode-se encontrar algumas hipóteses acerca do baixo uso de notas de aulas próprias:

“Esse método me desconcentra e dificulta o raciocínio, pois a aula passa muito rápido. Com o quadro negro eu posso retornar uma parte que não entendi, relendo-a imediatamente.”

“Com o Tablet PC não podemos anotar coisas a tempo e a aula serve somente de uma certa introdução à matéria, o aprendizado é pelo livro ou refazendo o que o professor fez em aula. O quadro negro nos permite seguir uma linha lógica muito mais nítida e ao nosso tempo, podendo pausar a atenção para tirar uma dúvida ou fazer uma conta. Os slides são bons somente para ver a matéria que foi dada e para nos preparar um pouco para o estilo da prova. ...”

“O uso de slides em sala faz com que o professor explique o desenvolvimento das contas sem, no entanto, escrevê-las. Deste modo, como o exercício já está resolvido previamente, é apenas explicado, tornando difícil tomar notas. Além disso, o grande número de slides

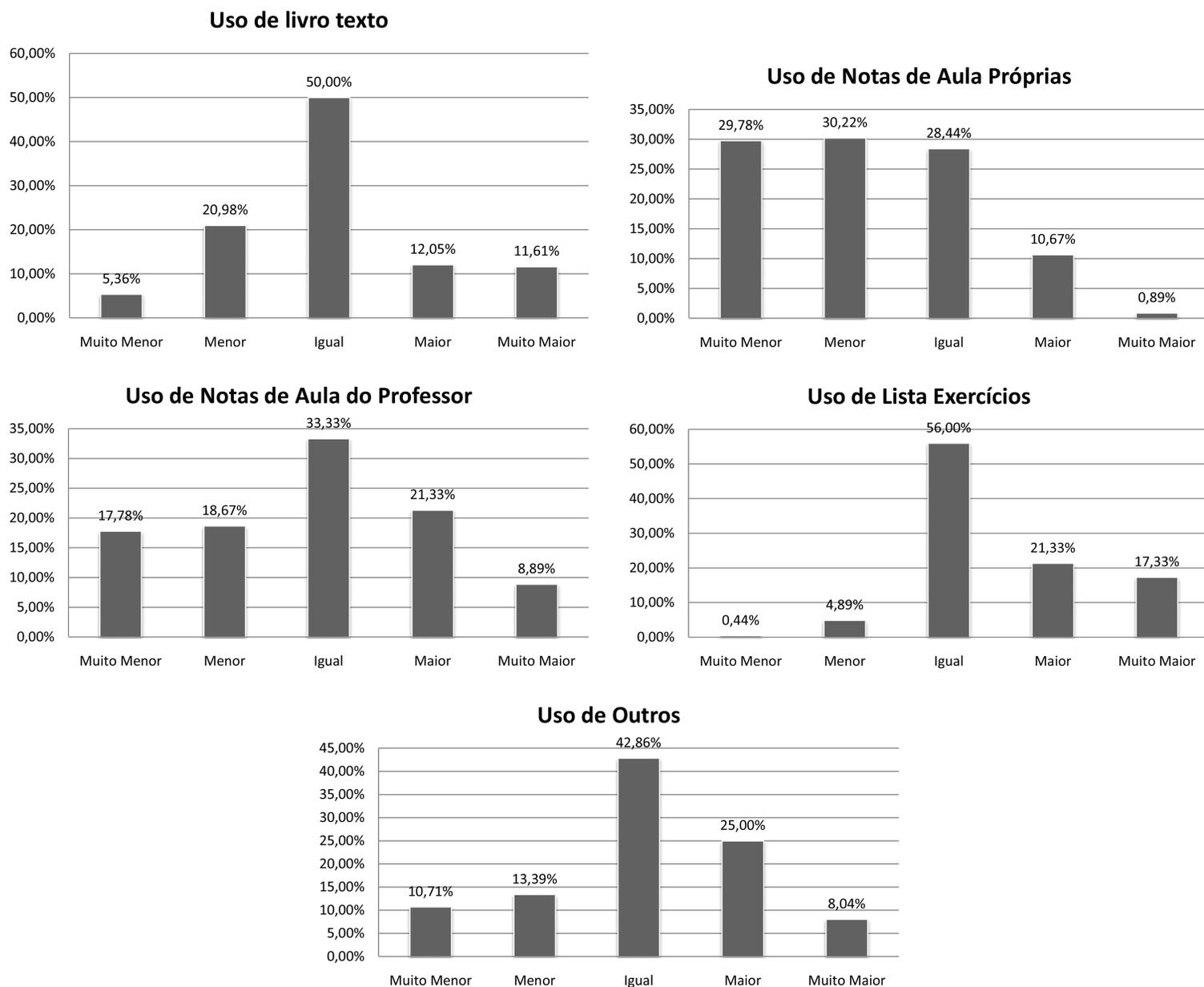


Figura 5.9: Comparativo do uso de materiais didáticos das disciplinas com Tablet PC no 1o semestre de 2009

faz com que estes sejam apresentados rapidamente, tornando difícil acompanhar a aula.”

“Com o Tablet ocorre uma sobrecarga de matéria, confundindo a cabeça de muitos alunos. Não é possível possuir notas de aula porque com a velocidade com que a matéria

é passada, ou se tem atenção ou copia-se.”

Aparentemente, as razões para a diminuição do uso de notas de aula próprias se deve ao fato dos alunos acharem que as aulas, mesmo com o uso do Tablet PC, continuam rápidas demais. Os cursos de Física básica utilizam slides como material base nas aulas. Devido ao curtíssimo período de tempo que os docentes tiveram para se acostumar com o novo dispositivo, estes não puderam adaptar o conteúdo das aulas para o dispositivo. Foram feitos, entretanto, esforços significativos como deduções utilizando o Tablet PC e anotações sobre gráficos diretamente nas transparências. Para a projeção, foi utilizada somente um projetor, sendo que as salas de aula da UNICAMP utilizadas nesses cursos muitas vezes contam com salas com até 6 quadros negros. Foram feitas modificações no *Classroom Presenter* de forma que este suportasse a projeção em mais de uma tela, porém não foi avaliado ainda. Por fim, vale citar que nem todos os alunos acharam esse fato um problema, como nos mostra a citação:

“... A grande vantagem do Tablet PC é a possibilidade de dedicar maior atenção à aula e fazer anotações em casa assistindo os vídeos.”

Como mostra a figura 5.10, 49% dos alunos assistiriam as aulas com Tablet PC remotamente, se lhes fosse permitido participar desta fazendo perguntas através de um canal de voz. Subhlok *et al* apresentou em [50] a utilização de vídeos, gravados de maneira análoga a proposta nessa dissertação. Os vídeos foram utilizados em cursos híbridos (introdução a redes de computadores, computação gráfica e engenharia de software), onde atividades presenciais eram realizadas em ocasiões como aulas de laboratórios, seminários, esclarecimentos de dúvidas sobre a matéria e avaliações. As aulas magnas foram substituídas pelos vídeos, que deveriam ser assistidos pelos alunos previamente às atividades práticas. Ao avaliar os 50 alunos participantes, não foram encontradas diferenças significativas nas notas dos estudantes nem na taxa de evasão destes, porém alguns aspectos comportamentais

como queda do uso do livro texto em troca de um uso do vídeo (65% dos alunos) como material de preparação principal e o fato de cerca de 40% dos alunos preferirem aulas no formato híbrido em relação a cursos tradicionais (sem a disponibilização dos vídeos) mostram o potencial uso desses vídeos de outras maneiras.

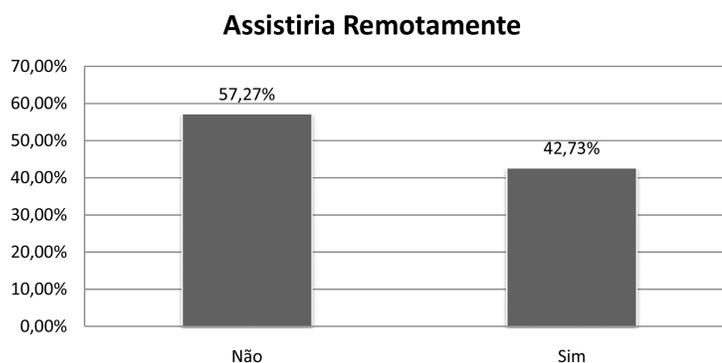


Figura 5.10: Percentagem de alunos que assistiriam a aula via WEB

Em relação à qualidade dos vídeos foram avaliados três parâmetros:

- Qualidade de vídeo;
- Qualidade de áudio;
- Tempo de carregamento;

A figura 5.11 mostra o resultados do questionários para os parâmetros referidos. Em relação à qualidade da imagem, apenas 2% dos alunos disseram que a qualidade era ruim. A maioria, 66%, afirmou que a qualidade da imagem é boa ou muito boa. Em relação ao áudio, uma porcentagem maior de alunos, 19%, achou a qualidade ruim ou muito ruim. Houve problemas com a captura de áudio, principalmente nas primeiras aulas. Foram utilizados microfones *bluetooth* inicialmente. Porém, principalmente nas salas do Ciclo Básico I da UNICAMP, houve problemas com interferência no sinal. A solução foi a troca por microfones de mesa omni-direcionais configurados com uma sensibilidade alta.

O principal inconveniente do uso desses microfones é a variação de volume caso o docente ande muito pela sala.

Além desse problema, a ferramenta utilizada para a codificação de vídeos, a *FFmpeg* [21] possui uma falha na decodificação do áudio de no formato *Windows Media Audio* [4]. A captura de vídeos utilizou o *Windows Media Encoder* [19] para capturá-los numa alta taxa de *bits*, a fim de preservar o vídeo original em alta qualidade. Quando os docentes realizavam o processo de *upload* do vídeo, o original era convertido para o formato *Flash Video* antes de ser enviado para o servidor. No processo de conversão era necessária a decodificação dos pacotes de áudio do vídeo original que, por estar no formato *Windows Media Audio*, ocasionavam diversos problemas. Para corrigir o problema, foi inserido um passo intermediário no processo de conversão, colocando o áudio em formato *raw* antes de iniciar o processo de codificação do vídeo para o formato *Flash Video*.

Quanto ao tempo de carregamento 17% dos alunos disseram ser muito ruim ou ruim. 42% citaram que o tempo de carregamento dos vídeos era bom ou muito bom. Como boa parte dos alunos achou que a qualidade da imagem era boa ou muito boa, há margem para adotar uma configuração mais agressiva dos parâmetros de vídeo, de forma a comprimi-los ainda mais. Outra medida é a adoção de vídeos codificados em múltiplas taxas de *bits*, escolhendo durante a visualização a taxa de *bits* mais adequada à velocidade da conexão do usuário. Outra medida é a alocação de um servidor dedicado ao *streaming* dos vídeos. A primeira solução supõe que o limitante é a velocidade de conexão dos usuários e a segunda pode ter diversas causas, uma vez que a máquina utilizada realiza outras funções além do *streaming* dos vídeos. Seria necessária uma avaliação mais detalhada para verificar qual a causa dos problemas.

A figura 5.12 mostra o método utilizado pelos alunos para visualizar os vídeos. A surpresa foi a grande porcentagem de alunos que realizam *downloads* para visualizar os

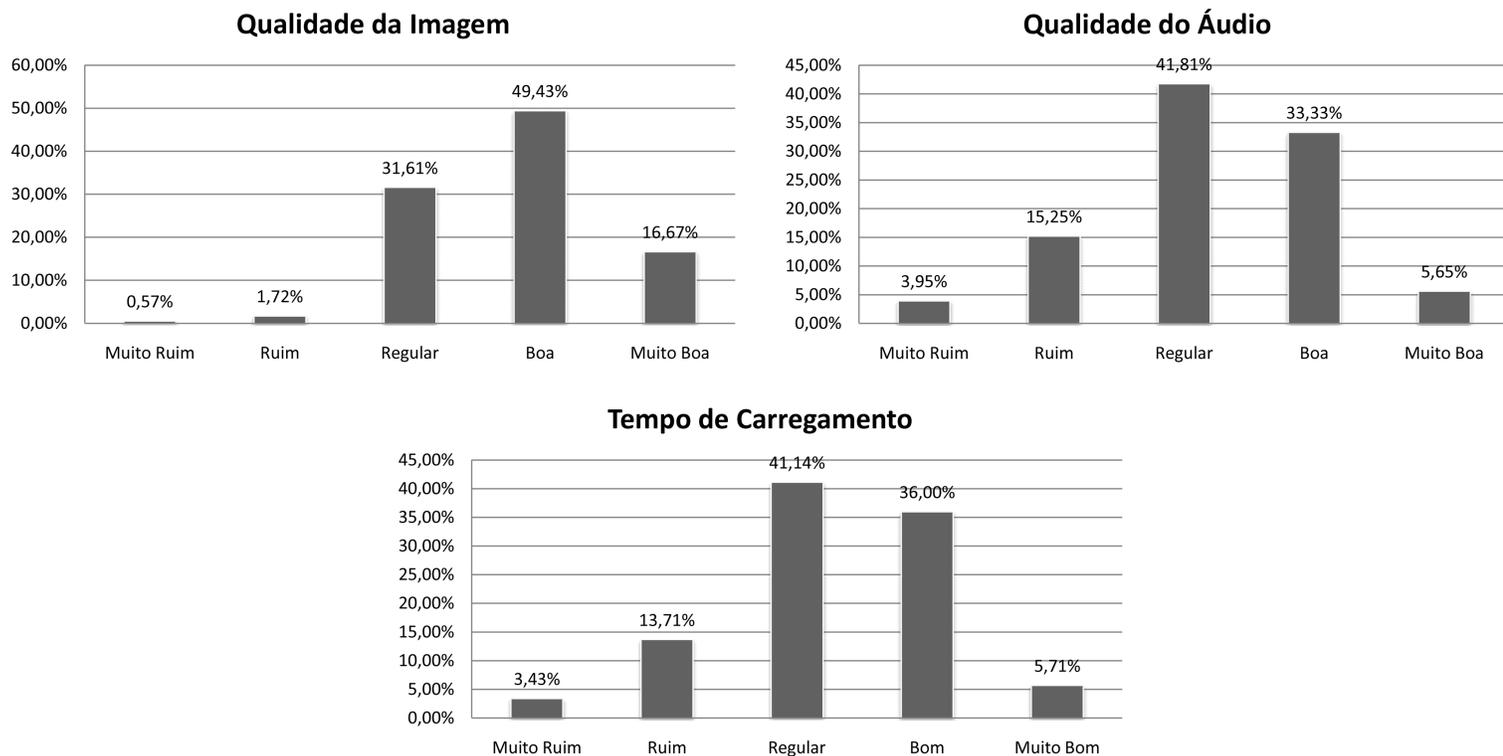


Figura 5.11: Avaliação da qualidade e tempo de carregamento dos vídeos

vídeos. Provavelmente isto é consequência do fato do tempo de carregamento não ser rápido o suficiente para alguns alunos ou até mesmo a indisponibilidade de conexão de rede na residência deles. Através de conversas com os alunos pode-se verificar que não era incomum o compartilhamento de vídeos baixados do site entre os alunos. A vantagem de utilizar o site para visualização é a existência dos índices e a coleta de estatísticas sobre o uso dos materiais. A importância dos índices foi avaliada durante o uso dos vídeos na disciplina de Arquitetura de Computadores (81% dos alunos acharam importante ou muito importante indexar os vídeos), sendo que Subhlok *et al* [50] encontrou resultados com a mesma tendência (75% dos alunos disseram que a existência de índices nos vídeos seria uma grande melhoria). Para esse experimento, a figura 5.13 mostra que 65% dos alunos concordam que o uso dos índices facilita a navegação para encontrar partes específicas das

aulas. Isso mostra que mesmo essa maneira simples, criando uma entrada no índice para cada troca de slide, se mostrou bastante útil para os alunos.

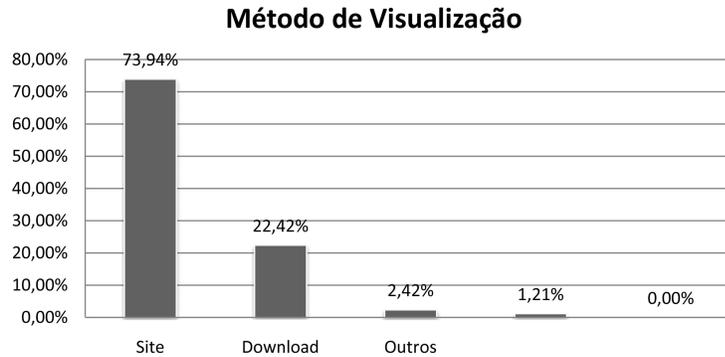


Figura 5.12: Método de visualização de vídeos

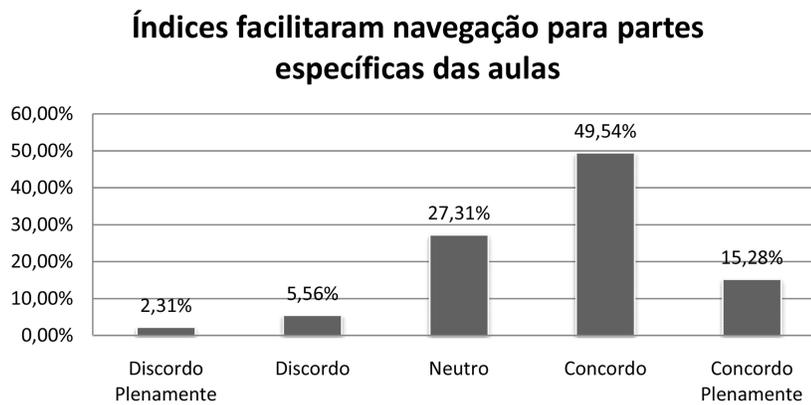


Figura 5.13: Importância de indexação dos vídeos

Como a introdução do Tablet PC aconteceu em disciplinas que nunca o utilizaram antes, achou-se importante medir as impressões dos alunos acerca da nova técnica. Conforme citado anteriormente, algumas salas da UNICAMP, principalmente as do Ciclo Básico I, tem 6 quadros negros, enquanto que o uso do Tablet PC limitou o uso do quadro negro a apenas um. Com a possibilidade de escrever diretamente sobre as transparências, os docentes preferiram utilizar a escrita diretamente sobre o Tablet PC ao invés de alternar

entre o Tablet PC e o quadro negro. As disciplinas avançadas de física utilizaram o Tablet PC como quadro negro, uma vez que essas não faziam uso de slides. A figura 5.14 mostra que a introdução do Tablet PC não atrapalhou na dinâmica da aula, pelo menos no que diz respeito ao acesso dos alunos ao docente para esclarecimento de dúvidas. Talvez o fato de ter um menor número de quadros na aula pudesse impactar isso de alguma forma, o que não aconteceu, pois apenas 14% dos alunos acharam que, por usar o Tablet PC para ministrar as aulas, o acesso ao docente para esclarecimento de dúvidas foi de alguma forma impactado.

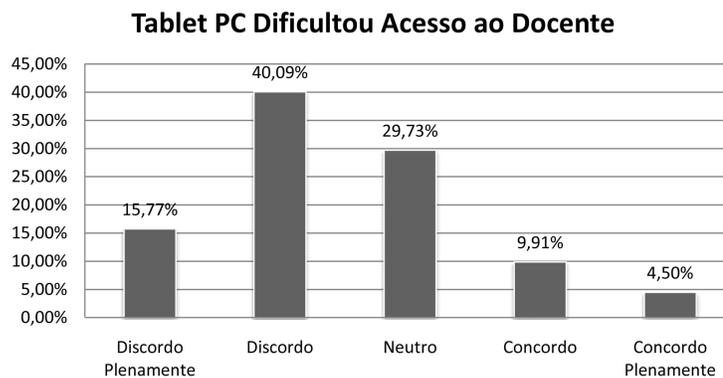


Figura 5.14: Dificuldade de Acesso ao docente para esclarecimento de dúvidas

Com a disponibilização das aulas em vídeo, não seria fantasioso imaginar que muitos alunos pudessem parar de frequentar as aulas magnas. Esse comportamento não é desejado, a não ser em casos excepcionais, uma vez que o conteúdo é supostamente um complemento à aula, e não um substituto. A figura 5.15 mostra que apenas 9% dos alunos relataram ter faltado às aulas porque os vídeos estavam disponíveis. Aos alunos faltantes foi perguntado à quantas aulas faltaram, resultando numa média de $2.4 \pm 1,65$ faltas durante o semestre, com um máximo de 6 faltas. Carryer [9]. Em diversas disciplinas do curso de Mecatrônica da *Stanford University* foram gravadas aulas das classes no formato de *screencasts* e estas foram disponibilizadas para os alunos de diversas formas (DVDs

com as aulas, web site da disciplina, etc.). Um total de 170 de 201 estudantes responderam os questionários de avaliação. Destes 170, 69% relataram o uso do vídeo de pelo menos uma aula para revisão. Mais da metade dos estudantes relataram que revisaram três ou mais aulas. Porém, o autor não informa o número de aulas da disciplina. Apesar da presença não ser obrigatória, a classe teve uma média de 90% de alunos presentes nas aulas.

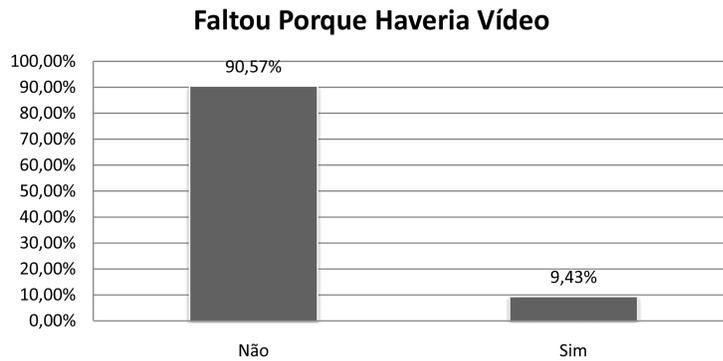


Figura 5.15: Alunos que faltaram a aula por causa da disponibilização dos vídeos

Por fim, foi perguntado aos alunos sobre a eficácia do uso do Tablet PC para ministrar as aulas e qual o método de apresentação de aulas preferido pelos alunos. 58% dos alunos preferiram o Tablet PC como a melhor forma de apresentação. 38%, uma quantidade bastante expressiva, preferiu o quadro negro como a melhor de apresentação. Medidas como o uso de mais projetores, mostrando assim mais de um *slide* simultaneamente, ou então uma melhor adaptação da aula para se aproveitar da interface *pen-based* podem fazer com haja um aumento na aceitação do Tablet PC, uma vez que essas são as principais queixas dos estudantes. Apesar de preferir o Tablet PC como forma de apresentação, 32% dos alunos disseram concordar ou concordar plenamente com a afirmação “*Entendo melhor o conteúdo das aulas sem o Tablet PC*”. 28% dos alunos citaram discordar ou discordar plenamente da afirmação e 40% dos aluno se mostraram neutros. Parece que, apesar dos

alunos enxergarem o Tablet PC como a melhor forma de apresentar o conteúdo, o uso do Tablet PC não é relacionado, pelo menos não de forma unânime, a um melhor entendimento do conteúdo das aulas. De acordo com as críticas dos alunos, o maior problema parece ser em relação ao ritmo das aulas, porém esse é um tópico controverso entre eles. Parte prefere o ritmo de aula acelerado, proporcionado pelo uso de transparências, enquanto outros acham que o uso de demonstrações e afins retardam o andamento das aulas. A maioria, entretanto, acha o ritmo de aula muito acelerado. Vale ressaltar também que os docentes não tinham nenhum tipo de experiência prévia na utilização dos Tablet PCs e nem tiveram tempo hábil para fazer grandes modificações nas aulas de forma a aproveitar melhor o equipamento. Se adotada como padrão há margem para diversas melhorias no conteúdo da aula para que se chegue à uma combinação ideal entre transparências e o uso das anotações.

Foram selecionadas algumas críticas de alunos que participaram das disciplinas com o Tablet PC. Existe uma grande quantidade de comentários positivos. Estes, porém, não são tão construtivos quanto as críticas negativas, limitando-se a simples congratulações pelo programa. Algumas das citações mais elaboradas foram:

“O curso assistido em um retroprojetor se torna fatídico, inibe as perguntas dos alunos e não releva os aspectos mais importantes. A aula se torna ruim, não pelo professor, mas pelo modo que é dada.”

“Professor fica muito preso aos slides, passando muitas vezes por cima de algo não muito claro afim de cobrir todos os slides. O melhor seria dar a aula mais baseado no livro texto já que ele é diferente das aulas.”

“Esse método me desconcentra e dificulta o raciocínio, pois a aula passa muito rápido. Com o quadro negro eu posso retornar uma parte que não entendi, relendo-a imediatamente.”

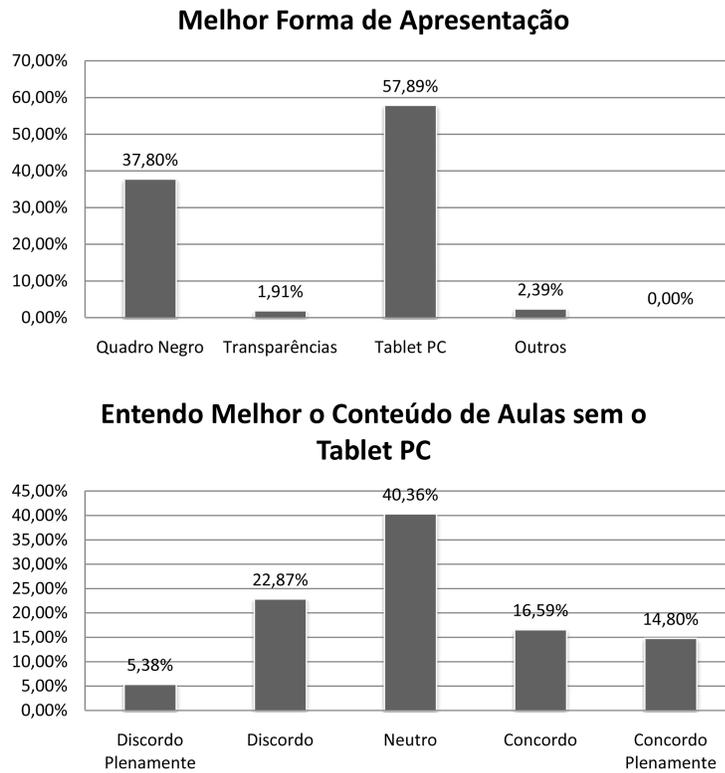


Figura 5.16: Avaliação do Tablet PC como plataforma de apresentação

“Acho que as aulas devem ser dadas no método tradicional (quadro-negro), pois a evolução das idéias e conceitos é construída num sequência, facilitando a compreensão e a memorização. Peço que considerem a possibilidade de mudança para o quadro negro!”

“O uso de slides em sala faz com que o professor explique o desenvolvimento das contas sem, no entanto, escrevê-las. Deste modo, como o exercício já está resolvido previamente, é apenas explicado, tornando difícil tomar notas. Além disso, o grande número de slides faz com que estes sejam apresentados rapidamente, tornando difícil acompanhar a aula.”

“Acredito que a vantagem do Tablet PC seja conseguir passar bastante matéria numa mesma aula já que o professor não perde tempo escrevendo na lousa. Entretanto, isso torna a aula corrida demais e acabamos não conseguindo acompanhar a aula toda. Dessa forma, acho que o método tradicional de aula (lousa) ainda é mais eficiente.”

“Ótima ferramenta para transmissão de informações sem o desconforto da lousa, acrescentando dinamicidade à aula.”

“O Tablet agiliza a aula porque o professor não precisa perder tempo apagando a lousa ou desenhando algumas figuras.”

Capítulo 6

Conclusões e trabalhos futuros

Referindo-se ao uso de Tablet PCs na educação, essa dissertação explorou duas formas de uso distintas: aulas de ensino ativo e gravação de aulas com o Tablet PC. Os dois usos não são mutuamente exclusivos, como foi o caso da disciplina de Arquitetura de Computadores no segundo semestre de 2008, que utilizou Tablet PCs para os dois fins. A principal diferença está na infraestrutura necessária, pois na aula colaborativa são necessários vários Tablet PCs, enquanto que o uso para gravação de aulas requer que a sala de aula possua equipamento de projeção e somente um Tablet PC para o docente.

Os alunos que participaram das aulas de ensino ativo com Tablet PC julgaram que o uso destes equipamentos na sala de aula resulta numa melhor experiência de aprendizado. Tanto nas aulas de Engenharia de Software quanto nas aulas de Arquitetura de Computadores as avaliações foram positivas. Não houve dificuldade de adaptação ao ambiente nos casos e nos objetivos, aumento na participação dos alunos e melhor acesso ao professor para esclarecimento de dúvidas foi obtido nas duas ocasiões. Nas aulas de Engenharia de Software, entretanto, o *design* do software inicialmente não agradou os alunos. Aproveitando-se do grande diferencial do Tablet PC, a interface *pen-based*, o *Classroom Presenter*, utilizado nessas aulas, não possui ferramentas de desenho, como primitivas

geométricas, por exemplo. A partir da adaptação do software para dar suporte ao uso de outros aplicativos, através da captura de tela, a vontade de participar de outras aulas com Tablet PC aumentou significativamente, saltando de uma média de 3.42 para 4.50 entre as turmas que utilizaram o Tablet PC sem a adaptação e com, respectivamente. Praticamente todos os parâmetros avaliados, como concentração, participação dos alunos, acesso ao professor para esclarecimento de dúvidas melhoraram significativamente. Na aula de Arquitetura de Computadores, 47% dos alunos citaram que o uso do Tablet PC foi importante ou muito importante no seu processo de aprendizado, com apenas 8% deles citando pouca ou nenhuma importância. Os alunos de Arquitetura de Computadores mostraram níveis de distração indesejados. Diversos motivos como distração com o Tablet PC dos colegas, má acústica da sala, variação na facilidade de resolução dos exercícios foram citados. Mesmo assim, ambos os docentes ressaltaram o valor positivo de poder verificar o grau de entendimento dos alunos através da aplicação dos exercícios, permitindo responder mais rapidamente às dificuldades apresentadas pelos estudantes. Outro fator relevante é a quantidade de alunos por Tablet PC para uma sala de aula com a configuração tradicional. Um Tablet PC para mais do que três alunos faz com que o aluno de um dos cantos tenha sua participação prejudicada, uma vez que este fica distante do equipamento. O tempo para configuração do ambiente, dado que os Tablet PCs tinham que ser entregues aos alunos durante a aula, foi um pouco elevado, em torno de 10 minutos por aula. Realizando as aulas numa sala onde os equipamentos já estejam preparados pode resolver esse problema. Novamente, ressalta-se a dificuldade na realização de experimentos que permitam a avaliação de medidas quantitativas como uma possível melhora de notas dos estudantes. Existem diversos fatores que podem comprometer os resultados e, ao tentar isolar esses fatores, normalmente acaba-se realizando os testes em laboratórios, reduzindo sua confiabilidade, uma vez que não foram efetuados no ambiente natural, que

é a sala de aula.

A disponibilização dos *screencasts* das aulas para os alunos também teve resultados positivos. O primeiro ponto é o uso considerável que os alunos fazem desse material, sendo 86% na disciplina de Arquitetura de Computadores e pelo menos 55,82% dos 1125 alunos que participaram das aulas com gravação de *screencasts* no primeiro semestre de 2009. Não foram encontrados grandes problemas em relação ao acesso dos alunos aos vídeos, sendo que a tecnologia utilizada já é de amplo domínio e é facilmente utilizada pelos estudantes. Do lado do docente, destaca-se a automação das tarefas, o que fez com que a quantidade de suporte necessário e o tempo extra classe demandado para fazer o envio do material para o servidor não fossem empecilhos logísticos para a implantação das gravações. A maneira de utilização dos alunos, pelo menos na grande maioria dos casos, foi a esperada. Os alunos utilizaram os vídeos como material complementar para revisar trechos das aulas. A importância dada na indexação dos vídeos, apontada por 81% dos estudantes na disciplina de Arquitetura de Computadores, foi comprovada pelo seu uso nos vídeos do semestre seguinte, no qual 65% dos alunos relataram que a existência de índices os ajudou a navegar para partes específicas das aulas. O tempo de acesso médio dos alunos, 9,52 horas de vídeos distribuídos numa média de 6,57 vídeos no semestre, mostra que os acessos não foram longos. O uso de material didático não foi afetado significativamente, mantendo o uso do livro texto e das listas de exercícios praticamente inalterados. Na disciplina de Arquitetura de Computadores, o uso de notas de aulas dos alunos diminuiu 58% e o uso das notas de aula do professor aumentaram em 50%, mostrando que a disponibilização das notas de aula do docente em formato digital fez com que os alunos as consultassem com maior frequência. O mesmo efeito não foi notado no primeiro semestre de 2009, onde os alunos relataram um uso praticamente idêntico relativo às notas de aula do docente e uma queda no uso de notas de aula pessoais, sendo que 60% dos alunos relataram um uso

menor ou muito menor das suas notas de aula. Pode-se notar que a principal crítica dos alunos que leva a esses resultados é o ritmo de aula, considerado acelerado. Esse é um tópico que se mostrou controverso. Porém, a maioria dos alunos acha que o uso dos *slides* faz com que o docente passe muito rapidamente pelos tópicos, tornando difícil tomar notas e prestar atenção nas aulas ao mesmo tempo. O uso de Tablet PC para apresentação tem potencial para amenizar esse problema, uma vez que 58% dos estudantes o preferiram como método de apresentação quando comparado com transparências e quadro negro. De forma controversa, 32% dos alunos citaram entender melhor o conteúdo das aulas quando o Tablet PC não é utilizado. A razão não foi questionada mas, a partir dos comentários feitos pelos alunos, acredita-se que o principal problema são as transparências. Com um período de tempo maior, é provável que o material evolua de forma a tirar proveito da interface *pen-based* do Tablet PC, encontrado um equilíbrio ideal entre o uso dos slides e anotações.

O servidor foi preparado para a medição de diversos parâmetros de utilização dos vídeos, como número de vídeos utilizados pelos alunos, tempo de visualização, trechos mais visualizados, no entanto, estes parâmetros não foram utilizados. Não foi possível trabalhar numa maneira de apresentar esses dados de forma prática e sistemática aos docentes, sendo que futuros experimentos irão tentar relacionar esses dados com o comportamento dos alunos. A questão das aulas de ensino ativo requerem uma infraestrutura física e logística muito onerosa. Apesar dos resultados positivos com a utilização do Tablet PC, é difícil justificar sua adoção sem a comprovação de resultados quantitativos, daí a importância destes. Esse tipo de aula também requer mudanças mais profundas na estrutura do curso, fazendo com que muitos docentes rejeitem a ideia frente ao trabalho extra-classe que ela apresenta.

Conclui-se então que há grande potencial no uso dos Tablet PCs no ensino, sejam eles

usados para implantar ambientes de ensino ativo ou como plataforma de apresentação e gravação de *screencasts* das aulas. O investimento, com o custo dos equipamentos no momento, pode se tornar proibitivo para muitas instituições, mas dado o constante barateamento dessas ferramentas acredita-se que, em breve, se torne comum o uso de computadores baseados em interface *pen-based* em sala de aula pois, apesar da ausência de evidências quantitativas de sua melhora no ensino, restam comprovadas as melhorias nas experiências de aprendizados trazidas aos estudantes. Nada melhor para ilustrar esse sentimento do que a citação do docente Marcos C. de Oliveira, docente do instituto de Física da UNICAMP, que ilustra boa parte dos comentários recebidos por docentes e alunos:

“Foi uma experiência excelente, ser capaz de alcançar mais estudantes de uma maneira dinâmica e envolvente. Para o docente é excelente, graças às facilidades e inúmeros recursos para apresentação nas aulas. Além disso, os estudantes podem consultar os slides e vídeos da aula quando e onde quiserem. Eu gostaria que existisse esse tipo de recurso nos meus tempos de estudante.”

Capítulo 7

Contribuições

Parte dos resultados apresentados nessa dissertação foram publicados em conferências da área. Os trabalhos publicados foram:

- ALMEIDA, Pedro ; Azevedo, Rodolfo . Modelos mentais: um estudo de caso referente à introdução de computadores no ensino. In: Workshop sobre Informática na Escola - WIE, 2009, Gramado - RS. Workshop sobre Informática na Escola - WIE, 2009. p. 1-9.
- ALMEIDA, Pedro ; AZEVEDO, R. J. . Active Learning and Screencasting with Tablet PC: A detailed Evaluation. In: Workshop on the Impact of Pen-Based Technology on Education, 2009, Blacksburg. The Impact of Tablet PCs and Pen-based Technology on Education, 2009. p. 1-6.
- ALMEIDA, Pedro ; Azevedo, Rodolfo . Increasing TabletPC Acceptance by Using Screen Capture 2008 (Poster).In: Workshop on the Impact of Pen-Based Technology on Education, 2008, West Lafayette. The Impact of Tablet PCs and Pen-based Technology on Education,

- HP Technology for Teaching Worldwide Conference. HP Technology for Teaching Worldwide Conference. 2009 (Participação no Congresso mediante seleção de trabalhos dentre os contemplados com Grants da HP)

Referências Bibliográficas

- [1] Pedro Almeida. "<http://lampiao.ic.unicamp.br/tabletpc/>", Julho 2010.
- [2] Richard Anderson and et al. Supporting active learning and example based instruction with classroom technology. *ACM SIGCSE*, (39):69–73, 2007.
- [3] T.A. Angelo and K.P. Cross. *Classroom Assessment Techniques: A Handbook for College Teachers*. Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 1993.
- [4] Windows Media Audio. "http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Media_Audio", Maio 2010.
- [5] J. Backon. Students mind and pen technologies: A wonderful pedagogical marriage. In *The Impact of Tablet PCs and Pen-based Technology on Education: Vignettes, Evaluations and Future Directions*, pages 1–11. Purdue University Press, 2006.
- [6] B.S. Bloom. *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. David McKay Co. Inc., New York, 1956.
- [7] C. C. Bonwell and J. A. Eison. *Active Learning: Creating Excitement in the Classroom*. Jossey-Bass, 1991.

- [8] J. M. Braxton, W. A. Jones, A. S. Hirschy, and H. V. Hartley III. The role of active learning in college student persistence. In *New Directions for Teaching and Learning*, number 115, pages 71–83. Wiley InterScience, 2008.
- [9] J. Edward Carryer. The tablet pc as a platform for screencasting lectures. *The Impact of Tablet PCs and Pen-based Technology on Education: Vignettes, Evaluations and Future Directions*, pages 41–48, 2006.
- [10] J. Catarina and et al. *Piaget- Vygotsky: “Novas Contribuições para o debate”*. Ática, São Paulo, 5th edition, 1998.
- [11] A. Catlin and Michelle Kalina. What is the effect of the cross/angelo model of classroom assesment on student outcome? a study of the classroom assesment project at eight california community colleges. 1992.
- [12] Arthur W. Chickering and Stephen C. Ehrmann. Seven principles for good practice in undergraduate education. *AAHE Bulletin*, (39(7)):3–7, 1987.
- [13] Arthur W. Chickering and Stephen C. Ehrmann. Implementing the seven principles: Technology as lever. *AAHE Bulletin*, pages 3–6, October 1996.
- [14] Andy Clark. *Microcognition: Philosophy, Cognitive Science, and Parallel Distributed Processing*. The MIT Press, 1991.
- [15] C. E . Crooks II. *Developing Tablet PC Applications*. Charles River Media, 2003.
- [16] L. B. Curzon. *Teaching in Further Education*. Continuum, London, 2004.
- [17] S.W. Draper. From active learning to interactive teaching: Individual activity and interpersonal interaction. In *Proc. of Teaching and Learning Symposium: Teaching Innovations*, 2004.

- [18] DyKnow. Dyknow. "<http://www.dyknow.com>", Maio 2010.
- [19] Windows Media Encoder. "http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Media_Encoder", Maio 2010.
- [20] A. P. Fagen, C. H. Crouch, and E. Mazur. Peer instruction: Results from a range of classrooms. *Phys. Teach.*, 40:206–209, 2002.
- [21] FFmpeg. "<http://www.ffmpeg.org/>", Maio 2010.
- [22] James Paul Gee. *The Social Mind: Language, Ideology, and Social Practice*. Bergin & Garvey, 1992.
- [23] G. Gibbs and C. Simpson. *Conditions under which assessment supports students' learning*. Number 1. Learning and Teaching in Higher Education, 2004.
- [24] L. Greenwood and P. Haughian. Interactivity in the lecture theatre. *The Impact of Tablet PCs and Pen-based Technology on Education: Vignettes, Evaluations and Future Directions*, pages 73–80, 2006.
- [25] James Hartley and Ivor K. Davies. Note-taking: A critical review. *Programmed Learning and Educational Technology*, (15):207–224, August 1978.
- [26] R. Jarrett and P. S. Xiaokang. *Building Tablet PC Applications*. Microsoft Press, 2002.
- [27] E. Kelemen-Lohnas. LARC-FIPSE Grant Final Report. Goleta, 1993.
- [28] Diana K. Kelly. Part-time and evening faculty: Promoting teaching excellence for adult evening college students. In *1991/92 Fund for Instructional Improvement Grant Project - Final Report*, Fullerton, 1992. Fullerton College Office of Instruction.

- [29] K. Koile and D. Singer. Assessing the impact of a tablet-pc based classroom interaction system. *The Impact of Tablet PCs and Pen-based Technology on Education: Evidences and Outcomes*, pages 73–80, 2008.
- [30] Rensis Likert. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, (140):1–55, 1932.
- [31] Jeffrey J. McConnell. Active learning and its use in computer science. pages 52–54, 1996.
- [32] L. Moll. *Vygotsky e a educação: “Implicações Pedagógicas da psicologia sócio-histórica”*. Artes Médicas, Porto Alegre, 1st edition, 1996.
- [33] J. Moon. Reflection in learning - some fundamentals of learning, part 1. *In reflection in learning and professional development, theory and practice*, 2001.
- [34] D. Mutchler, Z. Chambers, S. Mitra-Kirley, and et al. Tablet or laptop? does the pen matter, and if so, in what way? *The Impact of Tablet PCs and Pen-based Technology on Education: Vignettes, Evaluations and Future Directions*, pages 131–138, 2006.
- [35] D. A. Norman. *Things that make us smart. Defending human attributes in the age of the machine*. Addison-Wesley, New York, 1993.
- [36] S. Obler, V. Arnold, C. Sigala, and L. Umbdnestock. Using cooperative learning and classroom research for culturally diverse students. *New Directions for Teaching and Learning*, (46):115–116.
- [37] Office of Staff and College of Marin Organizational Development. Program review: Staff and organizational development report, 1990.

- [38] University of Washington. Classroom presenter. "<http://classroompresenter.cs.washington.edu/>", Maio 2010.
- [39] A. S. Palinscar and A. L. Brown. Reciprocal teaching of comprehension-fostering and comprehension-monitoring activities. *Cognition and Instruction*, (1(2)):117–175, March 1984.
- [40] M. Parastou and V. K. Lohani. Investigating changes in perceptions on tablet pc applications. *The Impact of Tablet PCs and Pen-based Technology on Education: New Horizons*, pages 101–108, 2009.
- [41] Steven Pinker. *The Blank Slate: The Modern Denial of Human Nature*. Penguin, 2003.
- [42] Ubiquitous Presenter. "<http://up.ucsd.edu/about/WhatIsUP.html>", Maio 2010.
- [43] E. Price and B. Simon. A survey to assess the impact of tablet pc-based active learning: Preliminary report and lessons learned. *The Impact of Tablet PCs and Pen-based Technology on Education: Beyond the Tipping Point*, pages 97–105, 2007.
- [44] P. Race. *500 Tips on Group Learning*. Kogan Page, London, 2000.
- [45] P. Race. *The Lecture's Toolkit*. Routledge Farmer, London, 2nd edition, 2001.
- [46] B. Simon, R. Anderson, C. Hoyer, and J. Su. Preliminary experiences with a tablet pc based system to support active learning in computer science courses. *ITiCSE '04*, pages 213–217.
- [47] Tech Smith. Camtasia studio. "http://www.techsmith.com/camtasia.asp?gclid=CPK0wsCXwKECFUQf7gode3c0_g", Maio 2010.

- [48] M. Steadman. Using classroom assessment to change both teaching and learning. *New Directions for Teaching and Learning*, (75):23–35, 1998.
- [49] N. Stetson. Implementing and maintaining a classroom research program for faculty. *New Directions for Teaching and Learning*, (46):117–128, 1991.
- [50] J. Subhlok, O. Johnson, V. Subramaniam, R. Vilalta, and C. Yun. Tablet pc video based hybrid coursework in computer science: report from a pilot project. *ACM SIGCSE Bulletin*, (1):74–78, 2007.
- [51] Sun. Applets. "<http://java.sun.com/applets/>", Maio 2010.
- [52] Y. Taille, M. Oliveira, and H. Dantas. *Piaget, Vygotsky, Wallon: "Teorias Psicogenéticas em Discussão"*. Summus publisherial, São Paulo, 10th edition, 1992.
- [53] D. F. Treagust and B. J. Fraser. Validation and application of the college and university environment inventory (cucei). *American Educational Research Association*, (67), 1986.
- [54] Flash Video. "http://en.wikipedia.org/wiki/Flash_Video", Maio 2010.
- [55] Change Vision. Jude community. "<http://jude.change-vision.com/jude-web/product/community.html>", Maio 2010.
- [56] L. S. Vygotsky. *On The Child's Pyshic Development*. Nyt Nodisk, 1982.
- [57] Wikipedia. Tablet pc. "http://en.wikipedia.org/wiki/Tablet_PC", Maio 2010.
- [58] YouTube. "<http://www.youtube.com>", Maio 2010.

Apêndice A

Questionário de Engenharia de Software

Avaliação da aulas com Tablet PCs

Marque a resposta mais relevante em cada caso, quando necessário, compare esse modelo de atividade em sala de aula com o “convencional” (sem Tablet PC).

1. Concentração/Distração
Muito distraído Distraído Neutro Concentrado Muito concentrado
2. Conforto no uso dos equipamentos
Muito desconfortável Desconfortável Neutro Confortável Muito confortável
3. Participação individual dentro do grupo
Muito menos Menos Mesma Mais Muito mais
4. Participação do grupo na sala
Muito menos Menos Mesma Mais Muito mais
5. Organização das idéias
Muito desorganizado Desorganizado Neutro Organizado Muito organizado
6. Acesso ao professor (para dúvidas e esclarecimentos durante a aula)
Muito pior Pior Neutro Melhor Muito melhor
7. Sua adaptação ao ambiente e ferramentas foi
Muito difícil Difícil Neutro Fácil Muito fácil
8. Gostaria de fazer outras aulas utilizando o Tablet PCs
Discordo plenamente Discordo Neutro Concordo Concordo plenamente
9. Dentro do seu grupo, seu tempo de uso do Tablet PC foi
Muito pouco Pouco Igual aos outros Suficiente Muito atenciosamente
10. Papel e quadro são preferíveis ao Tablet PC
Discordo plenamente Discordo Neutro Concordo Concordo plenamente
11. As aulas realizadas com o Tablet PC tiveram um papel importante no meu aprendizado nessa disciplina?
Nada Importante Pouco importante Neutro Importante Muito importante

Críticas, sugestões e comentários:

Figura A.1: Questionário - Engenharia de Software

Apêndice B

Questionários Arquitetura de Computadores

Avaliação da aulas com Tablet PCs

Marque a resposta mais relevante em cada caso, quando necessário, compare esse modelo de atividade em sala de aula com o “convencional” (sem Tablet PC).

1. Concentração/Distração

Muito distraído Distraído Neutro Concentrado Muito concentrado

2. Conforto no uso dos equipamentos

Muito desconfortável Desconfortável Neutro Confortável Muito confortável

3. Participação individual dentro do grupo

Muito menos Menos Mesma Mais Muito mais

4. Participação do grupo na sala

Muito menos Menos Mesma Mais Muito mais

5. Organização das idéias

Muito desorganizado Desorganizado Neutro Organizado Muito organizado

6. Acesso ao professor (para dúvidas e esclarecimentos durante a aula)

Muito pior Pior Neutro Melhor Muito melhor

7. Sua adaptação ao ambiente e ferramentas foi

Muito difícil Difícil Neutro Fácil Muito fácil

8. Gostaria de fazer outras aulas utilizando o Tablet PCs

Discordo plenamente Discordo Neutro Concordo Concordo plenamente

9. Dentro do seu grupo, seu tempo de uso do Tablet PC foi

Muito pouco Pouco Igual aos outros Suficiente Muito atenciosamente

10. Papel e quadro são preferíveis ao Tablet PC

Discordo plenamente Discordo Neutro Concordo Concordo plenamente

Críticas, sugestões e comentários:

Figura B.1: Questionário 1 - Arquitetura de Computadores

Avaliação dos vídeos da disciplina

As próximas perguntas se referem aos vídeos das aulas que o docente disponibilizou no site da disciplina:

1. Você utilizou os vídeos disponibilizados pelo docente? Se você respondeu sim, poderia informar seu RA? (será usado somente para fins de análise de impacto nos vídeos, não afetando em nada sua nota ou qualquer outra coisa referente à disciplina)

Sim Não RA:

2. Você teve algum problema para visualizar os vídeos? Se sim, por favor explicar qual o problema.

Sim Não Problema:

3. Para cada um dos itens abaixo indique qual a proporção em que você utilizou os materiais abaixo em relação à outras disciplinas que está cursando:

| | | | | |
|---------------------------|-------|-------|------|------------|
| Livro texto | | | | |
| Muito menos | Menos | Igual | Mais | Muito mais |
| Notas de aula (suas) | | | | |
| Muito menos | Menos | Igual | Mais | Muito mais |
| Notas de aula (professor) | | | | |
| Muito menos | Menos | Igual | Mais | Muito mais |
| Lista de exercícios | | | | |
| Muito menos | Menos | Igual | Mais | Muito mais |
| Outros | | | | |
| Muito menos | Menos | Igual | Mais | Muito mais |

Quais outros:

4. Qualquer forma de indexação dos vídeos (busca textual por exemplo, ou lista com assuntos) seria?

Nada relevante Pouco relevante Neutro Relevante Muito relevante

5. Você faltou à alguma aula porque os vídeos estavam disponíveis? Se sim, poderia estimar em quantas faltou?

Sim Não Nº de aulas perdidas:

6. Se a aula fosse transmitida em tempo real via WEB, você participaria remotamente da mesma?

Sim Não

7. O que você achou da qualidade dos vídeos?

Muito ruim Ruim Regular Boa Muito boa

Figura B.2: Questionário 2- Arquitetura de Computadores

Apêndice C

Questionário disciplinas com Tablet PC no primeiro semestre de 2009

Questionário de Avaliação do Uso de Tablet PCs

1. Por favor, nos informe seu RA (opcional; será usado somente para análise estatística sobre os Tablet PCs; não tendo nenhuma relação com qualquer tipo de avaliação das disciplinas)
RA:
2. Para cada um dos itens abaixo indique qual a proporção em que você utilizou os materiais indicados nas disciplinas com Tablet PC em relação às disciplinas que não o utilizaram:
- a) Nas disciplinas com Tablet PC usei o livro texto:
 Muito menos Menos Igual Mais Muito mais
- b) Nas disciplinas com Tablet PC usei minhas notas de aula:
 Muito menos Menos Igual Mais Muito mais
- c) Nas disciplinas com Tablet PC usei as notas de aula do professor:
 Muito menos Menos Igual Mais Muito mais
- d) Nas disciplinas com Tablet PC usei as listas de exercícios:
 Muito menos Menos Igual Mais Muito mais
- e) Nas disciplinas com Tablet PC usei outros meios de estudo, como a Internet:
 Muito menos Menos Igual Mais Muito mais

Por favor comente outros no item 11.

3. Se as aulas fossem transmitidas em tempo real via Internet você participaria remotamente?
 Sim Não

4. Por favor, marque todas as disciplinas na lista em que você utilizou vídeos das aulas:
- F128 F489 F502 Colóquios de Física
 MC102 MO409 MC922 Outra

Por favor estime o número e tempo total de vídeos assistidos:
 N° de aulas Tempo total

5. Você teve algum problema para visualizar os vídeos?
 Sim Não

Se sim, por favor explique o problema no item 11.

6. Você faltou à alguma aula porque os vídeos estariam disponíveis?
 Sim Não

Se sim, por favor estime o n° de faltas:

7. O que você achou da qualidade dos vídeos quanto aos quesitos:

- a) Qualidade de Imagem:
 Muito ruim Ruim Regular Boa Muito boa

- b) Qualidade de Áudio:
 Muito ruim Ruim Regular Boa Muito boa

- c) Tempo de carregamento:
 Muito ruim Ruim Regular Bom Muito bom

8. Qual método você utilizou para visualizar os vídeos?
 Site Download Outros

Por favor comente outros no item 11.

9. No site da disciplina, os slides facilitaram minha navegação para partes específicas das aulas.
 Discordo plenamente Discordo Neutro Concordo
 Concordo plenamente

10. Para cada um dos itens abaixo indique a opção que você julga ser a mais adequada sobre as aulas com Tablet PC em relação às disciplinas que não o utilizaram:

- a) Entendi melhor o conteúdo das aulas que não utilizaram Tablet PC
 Discordo plenamente Discordo Neutro Concordo
 Concordo plenamente

- b) Prefiro aulas no quadro negro em relação ao Tablet PC
 Discordo plenamente Discordo Neutro Concordo
 Concordo plenamente

- c) Tablet PC dificultou a comunicação com o docente para esclarecimento de dúvidas
 Discordo plenamente Discordo Neutro Concordo
 Concordo plenamente

11. Comentários, críticas e sugestões (Utilize o verso se necessário)

Figura C.1: Questionário primeiro semestre de 2009