

ROOSEVELT MAIRINK DOS SANTOS JÚNIOR

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO INFORMACIONAL PARA A-
VALIAÇÕES DE ALUNOS NO ENSINO A DISTÂNCIA VIA WEB**

Monografia de Graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências da disciplina Projeto Orientado, para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador

Prof. Rêmulo Maia Alves

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2002

ROOSEVELT MAIRINK DOS SANTOS JÚNIOR

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM MODELO INFORMACIONAL PARA A-
VALIAÇÕES DE ALUNOS NO ENSINO A DISTÂNCIA VIA WEB**

Monografia de Graduação apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências da disciplina Projeto Orientado, para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Aprovada em 13 de Dezembro de 2002.

Prof. Msc. Reginaldo Ferreira de Souza
DCC/UFLA

Prof. Msc. Rêmulo Maia Alves
DCC/UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

*À mulher da minha vida, Sabrina,
que por tantas vezes demonstrou
(e demonstra até hoje) um carinho
e um amor enorme por mim...
Obrigado por sempre estar do meu
lado nas horas em que mais precisei!*

Agradecimentos

A *Deus*, por ter me iluminado e me guiado, para que eu conseguisse cumprir esta caminhada. Sem Ele não teria forças, tampouco coragem para superar todas as dificuldades...

À minha mãe, *Maria Carmen*, que com tanto amor dedicou inúmeras horas de sua vida a mim... Sempre que precisei de alguma coisa, em qualquer momento, ela esteve lá: pronta para resolver...

Ao meu pai, *Roosevelt*, pelo apoio incondicional, mas, sobretudo, pelo amor sem limite e pela grande compreensão... Saiba que o senhor (meu querido, meu velho, meu amigo...) é um dos grandes culpados de eu ter chegado até aqui...

A todos os professores do Departamento de Ciência da Computação (em especial ao *Prof. Rêmulo*), que não mediram esforços para que eu pudesse adquirir conhecimento. A você Rêmulo, muito obrigado pelo grande apoio e pela grande amizade que cultivamos nestes anos de aprendizado mútuo.

Aos meus *amigos da República do Louvre*, que aturaram as minhas manias e principalmente meus defeitos durante todos estes anos. Vocês têm lugar guardado na minha vida...

Ao meu amigo *Túlio*, pelas inúmeras canções tocadas, pelas inúmeras poesias declamadas e pelas inúmeras gargalhadas que demos juntos, o meu muito obrigado!

Ao meu amigo *Pedro*, pelos inúmeros ensinamentos, pelos inúmeros trabalhos que fizemos juntos e pelos inúmeros lanches que sempre acompanharam estes trabalhos, o meu muito obrigado!

Às minhas amigas *Vaninha e Patrícia Siqueira*, pela grande amizade e pela força que sempre me deram, o meu muito obrigado!

A todos aqueles que me deram carona (em especial: *Hailton, Wendel, Jerusa, Guto, Carlinhos, José Antônio, Everton e Mozart*), obrigado por sempre disporem de seus pertences para me ajudar, não importando o momento...

E a todos aqueles que me ajudaram de alguma forma e que as poucas linhas desta página não permitiram escrever os nomes, muito obrigado!

Resumo

O Ensino a Distância (EaD) recebeu notável impulso a partir da aplicação de novas tecnologias, notadamente aquelas que envolvem a rede Internet. O uso das tecnologias digitais permitiu que a comunicação, o armazenamento, a distribuição e a apresentação dos conteúdos, fundamentais para o processo educativo, fossem realizados de modo mais eficiente. Entretanto vive-se o paradoxo da desconfiança: cursos formais ministrados nessa modalidade precisam realizar suas avaliações de modo presencial. Ensina-se e aprende-se à distância, mas a verificação do saber é válida somente se realizada de modo presencial. Como criar novos modelos de avaliação ou adequar os realizados de forma presencial para o Ensino a Distância? Como proceder para alcançar um modelo seguro de avaliação que mensure o grau de aprendizado e as competências alcançadas nesse modelo? Seria isto um empecilho para o completo reconhecimento da sociedade e das organizações por esta sistemática educacional? O presente texto revê o papel da avaliação no contexto educacional do EaD, fazendo uma análise de um modelo de informação, que represente *estados de aprendizagem* necessários num ambiente de ensino via Web. Dessa forma, torna-se instrumento valioso para mensuração de conhecimentos. O texto apresenta ainda uma arquitetura computacional do modelo proposto, utilizando sistemas de código livre para sua implementação.

Palavras-chaves: avaliação on-line; Ensino a Distância; modelo informacional de aprendizagem.

Abstract

Distance Education (DE) has received notable impulse starting from the application of new technologies, especially those that involve Internet. The use of digital technologies allowed that the contents communication, storage, distribution and presentation, basic for the educational process, were accomplished in more efficient way. However the distrust paradox is lived: formal courses supplied in this modality need to accomplish its evaluations in present way. It's taught and learned at a distance, but the knowledge verification is only valid if accomplished in present way. How to create new evaluation models or to adapt the present existing ones for Distance Education? How to proceed to reach a safe model of assessment that determines the learning degree and the reached competences in this model? Would be this a difficulty for the complete recognition of the society and of the organizations for this educational systematics? The current text reviews the paper of the assessment in the educational context of the DE, making an analysis of an informational model that represents necessary states of learning in a Web education environment. As a result, it becomes a valuable instrument for knowledge measurement. The text still presents a computational architecture of the considered model, using free-code systems for its implementation.

Keywords: on-line assessment; Distance Education; Learning Informational Model.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 MOTIVAÇÃO	1
1.2 OBJETIVOS DO PROJETO	3
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	3
2. ENSINO A DISTÂNCIA	5
2.1 ENSINO A DISTÂNCIA OU EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA?	5
2.2 O QUE É ENSINO A DISTÂNCIA?	6
2.3 EVOLUÇÃO	9
2.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS	13
2.5 O ENSINO A DISTÂNCIA HOJE	13
3. O PROCESSO DE AVALIAÇÃO	19
3.1 O QUE É AVALIAR BEM?	21
3.2 ESTRUTURANDO FORMAS DE AVALIAÇÃO A DISTÂNCIA	22
3.3 AVALIAÇÃO FORMATIVA: PORQUE USÁ-LA? E O QUE AVALIAR?	25
4. O MODELO INFORMACIONAL DE AVALIAÇÕES	29
4.1 ESTADOS DE APRENDIZAGEM	31
4.1.1 <i>Interesse em Participar</i>	31
4.1.2 <i>Motivação</i>	32
4.1.3 <i>Aquisição de Conhecimento</i>	33
4.1.4 <i>Participação Responsável</i>	36
4.1.5 <i>Participação Colaborativa</i>	38
5. IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO	41
5.1 O AMBIENTE DE ENSINO	42
5.2 UM POUCO SOBRE O <i>MANHATTAN VIRTUAL CLASSROOM</i>	43

5.3	SAFES <i>VERSUS</i> MANHATTAN	47
5.3.1	<i>O Sistema de Autenticação</i>	50
5.3.2	<i>O módulo Agenda</i>	54
5.3.3	<i>O módulo Bate-Papo</i>	58
5.3.4	<i>O módulo de Conteúdos</i>	68
5.3.5	<i>O módulo de Desafios</i>	74
5.3.6	<i>Registrando os acessos ao sistema</i>	79
5.3.7	<i>O algoritmo de Baeza-Yates</i>	82
6.	IMPACTOS PREVISTOS E TRABALHOS FUTUROS.....	91
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93

Lista de Abreviaturas e Siglas

CEDERJ	Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro
CGI	<i>Common Gateway Interface</i>
CMC	Comunicações Mediadas por Computador
EaD	Ensino a Distância
ENAP	Escola Nacional de Administração Pública
GPL	<i>General Public License</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
IRC	<i>Internet Relay Chat</i>
MEB	Movimento de Educação de Base
NEPP	Núcleo de Estudos de Políticas Públicas da Universidade Estadual de Campinas
NTIC	Novas Tecnologias da Informação e Comunicação
PHP	<i>Personal Home-Page Language</i>
Proinfo	Programa Nacional de Informática na Educação
Safes	Servidor de Avaliações Formativas e Somativas para ensino <i>on-line</i> via Web
SECT	Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia (Rio de Janeiro)
SEED	Secretaria de Educação a Distância do Ministério da Educação
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
TI	Tecnologia da Informação
UENF	Universidade Estadual do Norte Fluminense
UERF	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRRJ	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UniRede	Universidade Virtual Pública do Brasil

UNIRIO Universidade do Rio de Janeiro
WWW *World Wide Web*

Lista de Figuras

<i>Figura 1 - Fatores externos que pressionam e impulsionam os sistemas de Ensino a Distância.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 2 - Modelo informacional para avaliações de alunos no EaD, baseado em Estados de Aprendizado.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 3 - Tela principal do Manhattan Virtual Classroom.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 4 - Arquitetura de componentes do Manhattan Virtual Classroom.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 5 - Arquitetura de componentes do Safes.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 6 - Arquitetura em camadas do Safes.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 7 - Tela de erro de autenticação de um usuário.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 8 - Tela de mudança de senha.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 9 - Tela inicial do Safes: destaque para a forma de apresentação dos avisos no módulo Agenda.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 10 - Módulo Agenda: destaque para o link Nova Mensagem.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 11 - Módulo Agenda: tela para inserção de um novo aviso.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 12 - Módulo Agenda: visão do professor.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 13 - Módulo Agenda: visão do aluno.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 14 - Tela inicial do Melange Chat System.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 15 - Tela inicial do módulo Bate-Papo: visão do professor.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 16 - Módulo Bate-Papo: destaque para o link Agendar Bate-Papo.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 17 - Módulo Bate-Papo: tela inicial do subsistema de agenda.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 18 - Módulo Bate-Papo: tela de agendamento de um bate-papo.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 19 - Tela inicial do módulo Bate-Papo: visão dos alunos.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 20 - Sala de bate-papo.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 21 - Histórico dos bate-papos realizados.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 22 - Módulo de Conteúdos: visão dos alunos.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 23 - Módulo de Conteúdos: visão do professor.....</i>	<i>72</i>

<i>Figura 24 - Módulo de Conteúdos: lista de arquivos para download.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 25 - Módulo de Configurações: destaque para a seção Conteúdos</i>	<i>74</i>
<i>Figura 26 - Modo de exibição dos desafios, dentro do módulo de Conteúdos...</i>	<i>76</i>
<i>Figura 27 - Respondendo a um desafio</i>	<i>77</i>
<i>Figura 28 - Módulo de Configurações: destaque para a seção Desafios</i>	<i>78</i>
<i>Figura 29 - Módulo Desafios: estatísticas sobre a correção</i>	<i>79</i>
<i>Figura 30 - Exemplo de busca usando contadores.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 31 - Algoritmo de Baeza-Yates e Perleberg (em C).....</i>	<i>87</i>

Lista de Tabelas

<i>Tabela 1 - Cronologia do Ensino a Distância no Brasil</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 2 - Instituições de Ensino a Distância com mais de 100.000 alunos.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabela 3 - Elementos ativos no relacionamento ensino-aprendizado</i>	<i>26</i>
<i>Tabela 4 - Estados de Aprendizado versus Comportamentos Observados</i>	<i>31</i>

1. Introdução

O desenvolvimento das tecnologias de simulação de sinergias humanas, em especial aquelas associadas às redes de computadores, melhorou o processo de interação à distância, contribuindo para o aumento das demandas educacionais pelo método “à distância”. Como no ensino presencial, a educação à distância precisa trabalhar momentos do “real” ainda que de modo “virtual”. Não se gera conhecimento sem que antes, de forma ativa e de mútua cooperação, uma comunicação bidirecional entre aprendiz e tutor aconteça.

O Ensino a Distância (EaD) pode representar o início de um novo período: o do rompimento do modelo dominante imposto pelas nações mais industrializadas, através do domínio das Tecnologias da Informação (TI's). Entretanto, para que o EaD, através dos usos das Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC), possa realmente servir como agente de democratização do saber algumas questões surgem: como adaptar os modelos pedagógicos vigentes do ensino presencial ao Ensino à Distância, principalmente àqueles realizados de modo totalmente *on-line*? Como proceder para alcançar um modelo seguro de avaliação e de acompanhamento dos ensinamentos neste modelo educativo? Seria este um empecilho para o completo reconhecimento da sociedade por este sistema educacional?

1.1 Motivação

O uso das redes de computadores, em especial a rede Internet, vem proporcionando meios de comunicação e espaços de interatividade práticos e eficientes para a difusão de informação.

A rede Internet vem permitindo a criação de ambientes virtuais de ensino e aprendizado, simulando com eficiência e qualidade todo o processo educacional em sua forma presencial. Mais importante, permite, com o barateamento

de suas tecnologias e custos de instalação, que populações desprovidas socialmente, ou em regimes de trabalhos inadequados (distantes ou em horários distintos aos ambientes escolares presenciais) realizem seus estudos, seja de natureza formal, seja para aperfeiçoamento profissional.

Devido a este rápido crescimento da rede Internet, o Ensino a Distância mediado por computador vem ganhando grande espaço. Com o crescimento desta forma de educação, aumenta a polêmica em torno de uma questão: como tem sido a avaliação nos cursos à distância?

Em muitos cursos, a avaliação é realizada por meio de provas presenciais, que são ministradas no final do curso. No entanto, neste caso, a avaliação apenas verifica os resultados, não havendo o acompanhamento e a mediação do processo de aprendizagem dos alunos.

A avaliação realizada à distância é mais complexa, por não existir o *feedback* das interações face a face, que possibilita uma avaliação informal da aprendizagem do aluno. Existe também a questão da autenticação do usuário, ou seja, como podemos garantir que quem está realizando a avaliação é realmente quem diz ser?

O processo de avaliação, quando realizado por intermédio do computador, enfrenta novos problemas, como a necessidade de acesso aos recursos computacionais, habilidades técnicas requeridas, falta de riqueza de expressão da comunicação (que é predominantemente textual), além dos inúmeros problemas técnicos que podem ocorrer [Otsuka (2002)].

Por outro lado, a avaliação à distância mediada por computador oferece diversas vantagens, como a distribuição fácil e barata, a simplicidade e rapidez das atualizações, a grande interatividade possibilitada pelos mecanismos de comunicação, a facilidade para prover *feedback*, além do registro das interações para posterior análise [Otsuka (2002)].

1.2 Objetivos do projeto

Dessa forma, a proposta que ora se apresenta está centrada na questão da avaliação. Ela tem como um de seus objetivos principais a **implementação de um modelo informacional** representando os estados mentais dos alunos, necessários ao efetivo aprendizado num ambiente de Ensino a Distância via Web. Este modelo servirá também como instrumento para medir o grau de evolução dos alunos em busca de conhecimento.

O modelo será baseado na idéia de que os alunos (no EaD) em busca de conhecimentos devem passar por certos estados cognitivos, antes de terem suas competências reconhecidas.

Pretende-se a continuação dos trabalhos após a implementação do modelo, com sua conseqüente utilização em um curso à distância. Com isso, espera-se o aperfeiçoamento do modelo à medida de sua utilização.

1.3 Organização do texto

O **Capítulo 2** apresenta uma revisão bibliográfica sobre o Ensino a Distância, suas principais características, vantagens, desvantagens e o processo de sua consolidação em alguns países. O **Capítulo 3** faz uma revisão bibliográfica sobre o processo de avaliação, apresentando um paralelo entre as várias formas de se fazer avaliação e as principais linhas de pesquisa existentes. O **Capítulo 4** explica o modelo informacional para avaliações de alunos no Ensino a Distância, elucidando suas principais características. O **Capítulo 5** apresenta a metodologia de implementação do modelo informacional, discutindo todos os aspectos relevantes. O **Capítulo 6** ilustra as conclusões tiradas do presente projeto, oferecendo ainda algumas sugestões para trabalhos futuros. O **Capítulo 7** enumera as referências bibliográficas utilizadas neste texto.

2. Ensino a Distância

2.1 Ensino a Distância ou Educação a Distância?

Antes do prosseguimento do texto, faz-se necessário esclarecer a diferença que alguns autores fazem entre os termos **Ensino a Distância e Educação a Distância**.

Vários são os textos que utilizam as duas expressões indistintamente para descrever o mesmo processo pedagógico. Alguns descrevem um ou outro como sendo mais adequados.

Segundo Cláudia M. Landim [Landim (1997)], muitas pessoas utilizam os termos ensino e educação indiscriminadamente. Para ela, o ensino está ligado às atividades de treinamento, adestramento e instrução, enquanto que a educação está relacionada à prática educativa e ao processo ensino-aprendizagem, que levam o aluno a

“aprender a aprender, a saber pensar, criar, inovar, construir conhecimentos, participar ativamente de seu próprio crescimento.”

Ivônio B. Nunes, em [Nunes (1994)], sobre o uso de expressões variadas para expressar modalidade à distância de educação, afirma que:

“em português, é bom lembrar, educação a distância, ensino a distância e tele-educação são termos utilizados para expressar o mesmo processo real.”

O presente texto, apesar de todas as controvérsias, utiliza o termo **Ensino a Distância**, acompanhando o que diz Eduardo O. C. Chaves em [Chaves (1999)], falando sobre Educação a Distância, Aprendizagem a Distância e Ensino a Distância:

“Destas três expressões, a terceira (ensino a distância) é provavelmente a menos usada. Entretanto, é a única que é tecnicamente correta. Educação e aprendizagem são

processos que acontecem dentro do indivíduo – não há como a educação e a aprendizagem possam ocorrer remotamente ou a distância. Educação e aprendizagem ocorrem onde quer que esteja a pessoa (...) É difícil imaginar como educação a distância e aprendizagem a distância possam ser possíveis, a despeito da popularidade dessas expressões. É possível, contudo, ensinar remotamente ou a distância.”

Contudo, o presente texto manterá as expressões originais dos textos de outros autores referenciados.

2.2 O que é Ensino a Distância?

Pode-se definir “Ensino a Distância” como uma atividade de ensino e aprendizado sem que haja proximidade física entre o tutor (o professor, no novo ambiente) e os aprendizes (os alunos, no novo ambiente). No “Ensino a Distância”, a comunicação bidirecional entre os vários sujeitos do processo (professor, alunos, monitores, administradores) é realizada por meio de algum recurso tecnológico intermediário, tais como: carta, texto impresso, televisão, radiodifusão ou um ambiente computacional [Alves (2001)].

Entretanto, observa-se que essa definição vem sofrendo alterações, à medida que novas teorias são estudadas e novas metodologias (mais adequadas ao processo) são aperfeiçoadas. Normalmente, essa alteração acontece quando novos aperfeiçoamentos e recursos tecnológicos são introduzidos no processo (melhorando algum recurso didático disponível, ou alguma atividade escolar desempenhada), ou uma nova forma de comunicação é incorporada ou melhorada. Algumas definições encontradas, enfocando diferentes aspectos do modelo são:

“Educação à distância consiste no ensino por meio de mídia impressa ou eletrônica para pessoas engajadas em

um processo de aprendizado em tempo e local diferentes do(s) instrutor(es) e dos outros aprendizes.”

Carlos Lucena *et al.* [Lucena (2000)]

“Educação a Distância é uma forma de ensino que possibilita a auto-aprendizagem, com a mediação de recursos didáticos sistematicamente organizados, apresentados em diferentes suportes de informação, utilizados isoladamente ou combinados, e veiculados pelos diversos meios de comunicação.”

Decreto Federal 2494 [LDBE (1996)]

“Educação à Distância é uma estratégia educativa baseada na aplicação da tecnologia à aprendizagem, sem limitação do lugar, tempo, ocupação ou idade dos alunos. Implica novos papéis para os alunos e para os professores, novas atitudes e novos enfoques metodológicos.”

José L. G. Llamas [Llamas (1986)]

Sobre sua utilidade e capacidade de disseminar educação às populações mais carentes e das novas necessidades dos tempos atuais, João C. Todorov [Todorov (1994)] afirma:

“Trata-se de uma evolução da forma de fazer ensino e que tem por objetivo maior, gerar condições de acesso à educação para todos aqueles que não estão sendo atendidos satisfatoriamente pelos meios tradicionais de ensino. Ainda mais: o avanço tecnológico constante, aliado a transformações cada vez mais rápidas em todas as esferas da vida humana, obriga-nos a continuamente termos que nos educar, capacitar, aprender novas técnicas e procedimentos, para sobrevivermos com autonomia e liberdade em um mundo complexo.”

E, quanto à sua capacidade de atender grandes massas de aprendizes com eficiência e eficácia, temos, segundo Ivônio B. Nunes, em [Nunes (1994)]:

“A educação a distância é um recurso de incalculável importância como modo apropriado para atender a

grandes contingentes de alunos de forma mais efetiva que outras modalidades e sem riscos de reduzir a qualidade dos serviços oferecidos em decorrência do aumento do número de alunos.”

Segundo Starr R. Hiltz, pesquisas realizadas mostram que o ensino virtual pode ser tão efetivo ou até melhor do que o ensino face a face das escolas convencionais. Entretanto, esta observação somente é válida se o aprendiz tiver acesso conveniente às redes de comunicação de dados, boas habilidades de leitura e escrita, tempo, motivação e autodisciplina para participar regularmente das discussões e tarefas solicitadas [Hiltz (1995)].

O uso dos computadores como instrumento didático-pedagógico vem se intensificando a partir da disseminação da computação pessoal (década de 80). Como instrumento de comunicação, sua utilidade se firmou (fora dos meios acadêmicos e militares) após a abertura do uso da rede Internet, na década de 80. Como instrumento maior para comunicação e troca de informações de grupos de pessoas, Linda Harasim *et al.* estipularam três modos de aprendizado à distância utilizando redes de computadores [Harasim (1995)]:

- **Auxiliar**, utilizado como complemento de aulas normais (face a face), apenas como melhoria das instruções e do material distribuído em sala de aula, com informações *on-line*.
- **Misto**, onde as aulas virtuais são mescladas ou intercaladas com encontros presenciais.
- **Totalmente on-line**, onde o curso transcorre de forma totalmente virtual, não havendo encontros face a face entre os alunos e nem dos alunos com os professores.

2.3 Evolução

Desde o século XIX, o Ensino a Distância vem evoluindo através do uso de várias tecnologias de comunicação, formando uma categorização que pode ser dividida em gerações.

Da metade do século XIX até o seu final, o estudo em casa ou por correspondência consolidou-se como forma legítima de educação, impulsionado pelo desenvolvimento dos serviços postais na Europa e nos Estados Unidos. Os instrutores enviavam os materiais de leitura, guias de estudo e outros impressos por correspondência aos alunos, que eram aprovados caso os alunos completassem com sucesso as tarefas especificadas. O modelo por correspondência foi a forma adotada na primeira geração de Ensino a Distância e ainda hoje é muito utilizado em vários países, principalmente por causa de seus baixos custos de produção e distribuição. Seu inconveniente é que o momento do *ato de ensinar* acontece, na maioria das vezes, num espaço de tempo muito distante do momento do *ato de aprender* [Alves (2001)].

As primeiras experiências de Ensino a Distância em nosso país, utilizando recursos de primeira geração, aconteceram através do Instituto Rádio-Monitor (1939) e do Instituto Universal Brasileiro (1941) [Guaranys (1979)]. O ensino por correspondência ainda é o meio mais utilizado no Brasil, devido aos custos ainda muito inferiores aos de outros meios de comunicação. O Ensino a Distância por correspondência também evoluiu com as novas tecnologias e ainda é utilizado com grande repercussão em dezenas de países: desde a Rússia, onde há programas que se iniciaram em 1850, até Estados Unidos, França, Alemanha, Inglaterra, Espanha, Costa Rica, Venezuela, Colômbia, Moçambique, Angola, Nigéria, Zaire, Filipinas, Nova Zelândia, Austrália, Japão, China e muitos outros [Todorov (1994)].

Do início do século XX até a Segunda Guerra Mundial, várias experiências foram adotadas ao nível mundial, o que proporcionou o desenvolvimento

das metodologias aplicadas ao ensino por correspondência. Tais metodologias, posteriormente, foram fortemente influenciadas pela introdução de novos meios de comunicação de massa. O advento das Universidades Abertas e o uso das rádios, TVs e das mídias graváveis (fitas cassetes), a partir da década de 50, representam a segunda geração do Ensino a Distância [Alves (2001)].

No Brasil, a criação do Movimento de Educação de Base (MEB¹), cuja preocupação básica era a alfabetização de jovens e adultos, através das “escolas radiofônicas”, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, foi uma das primeiras experiências de destaque na área de Ensino a Distância. Desde seus primeiros momentos, o MEB destacou-se, através da utilização do rádio, como o principal veículo de comunicação para a montagem de um sistema de ensino (articulado pela Igreja Católica) para as classes de mais baixa renda [Nunes (1994)].

As necessidades de capacitação rápida de recrutas norte-americanos durante a Segunda Guerra Mundial fizeram aparecer novos métodos de treinamento (dentre estes, destacam-se as experiências de F. Keller para o ensino da recepção do Código Morse), utilizados, em tempos de paz, para a integração profissional dos atingidos pela guerra e para o desenvolvimento da capacidade de trabalho das populações, que migraram em grande quantidade do campo para as cidades da Europa em reconstrução [Nunes (1994)].

As melhorias alcançadas com o advento das interfaces gráficas e do aumento do poder de interação computador-usuário, através da introdução de novas tecnologias digitais, formam a terceira geração do Ensino a Distância. Entre as tecnologias utilizadas pelos instrutores para entrega de material instrucional encontram-se: a televisão interativa (TV Escola, por exemplo), as redes de computadores e os sistemas multimídia baseados em computador (aprendizado assistido por computadores).

¹ Organismo ligado à Conferência Nacional dos Bispos do Brasil – CNBB, criado na década de 1960.

A diferença básica entre as tecnologias de segunda e terceira geração é que esta última permite a comunicação de modo síncrono (tempo real) e assíncrono (sem especificação de tempo) em áudio, vídeo, texto e/ou gráficos e a comunicação bidirecional entre os sujeitos do processo educativo, tutor(es) e aprendizes.

A partir de meados dos anos 60, aconteceu a institucionalização de várias ações nos campos da educação secundária e superior à distância, começando pela Europa (França e Inglaterra) e, em seguida, se expandindo aos demais continentes [Perry (1987)].

Arnaldo Santos enumera os recursos disponíveis para a quarta geração de tecnologias para o Ensino a Distância, destacando que os processos de interação e troca de informações são mais intensos e realísticos (recursos multimídia), e que a criação de comunidades específicas para troca de experiências, como as existentes em ambientes de ensino e aprendizado via Web, são comuns [Santos (2000)].

Como síntese do processo de evolução do Ensino a Distância no Brasil, a Tabela 1 apresenta a cronologia do EaD, relacionando os fatos e os recursos tecnológicos utilizados.

Tabela 1 - Cronologia do Ensino a Distância no Brasil

Data	Fato	Recursos utilizados
1934	Rádio-Escola Municipal do Rio de Janeiro	Folhetos, esquema de aula, cartas e transmissões radiofônicas
1939	Fundado o Instituto Rádio-Monitor, instituição privada ainda hoje que oferece cursos profissionalizantes	Folhetos
1941	Fundado o Instituto Universal Brasileiro, instituição privada ainda hoje que oferece cursos profissionalizantes	Folhetos
1941	Universidade do Ar, voltada apenas para professores leigos	Rádio
1947	Universidade do Ar, criada para treinar comerciantes e empregados em técnicas comerciais. Atingiu o ápice na década de 50, com oitenta mil alunos.	Leitura de aulas feita por professores
1957	Sistema Radioeducativo Nacional passa a produzir programas transmitidos por diversas emissoras	Rádio
1961	Movimento Nacional de Educação de Base, concebido pela Igreja e patrocinado pelo Governo Federal. Terminou em 1965.	Principalmente rádio, com supervisão periódica
1964	Solicitação do Ministério da Educação de reserva de canais VHF e UHF para TV educativas	-
1970	Projeto Minerva, em cadeia nacional	Rádio
Anos 70	Fundação Roberto Marinho (privada) inicia educação supletiva à distância para 1º e 2º graus	Rádio, TV e material impresso
Anos 80	A Universidade de Brasília cria os primeiros cursos de extensão à distância	Diversos

Fonte: A Internet como ambiente da educação à distância na formação continuada de professores [Ferreira (2000)]

2.4 Vantagens e desvantagens

Arnaldo Santos, em [Santos (2000)], enumera algumas vantagens e desvantagens do Ensino a Distância.

Algumas vantagens citadas são:

- Maior disponibilidade e ritmos de estudos diferenciados.
- Eliminação das barreiras de espaço e tempo.
- Estimula maior autonomia por parte do aluno
- Fomenta a aquisição contínua de novos conhecimentos
- Estimula o trabalho em grupo
- Incentiva o experimento das novas Tecnologias de Informação (TI's)
- Permite repetir o estudo do curso quantas vezes for necessário
- Concilia o aprendizado com a atividade profissional e a vida familiar

Algumas desvantagens citadas são:

- Falta do convívio social proporcionado pelo ensino presencial
- Exige elevados investimentos iniciais
- Válido apenas para cursos de escopo genérico e de menor componente prático
- Suporte de equipes multidisciplinares
- Exige grande poder de motivação e determinação
- Exige alguns conhecimentos tecnológicos
- Falta de credibilidade por parte de alguns setores da sociedade

2.5 O Ensino a Distância hoje

Atualmente, observam-se esforços, ainda que pequenos, para incentivar o Ensino a Distância, com o lançamento de vários projetos de âmbito nacional e principalmente com a criação da Secretaria de Educação a Distância (SEED), a partir de dezembro de 1995.

Dentre os vários projetos em andamento, o TV Escola e o Programa Nacional de Informática na Educação (Proinfo), são os mais conhecidos e abrangentes. Suas diretrizes objetivam principalmente levar o processo ensino-aprendizado além dos limites da escola tradicional, permitindo que mais e mais pessoas, incluindo alunos, professores, técnicos e especialistas, possam se aperfeiçoar nas diversas áreas de interesse. Iniciativas como esta são de fundamental importância para um país de dimensões continentais como o Brasil, permitindo que se aumente muito o fator de multiplicação dos recursos educacionais disponíveis no país.

Segundo informa o *Programa Nacional de Informática na Educação* (endereço <http://www.proinfo.gov.br>), ligado à Secretaria de Educação a Distância (SEED):

“A maioria dos empregos que existirão nos próximos dez anos ainda não existem hoje, porque o conhecimento especializado está tendo uma vida média cada vez menor e será, muito provavelmente, substituído ou complementado por outro a curto e médio prazo.”

Portanto, a capacitação profissional torna-se um processo continuado e duradouro durante todo o período produtivo profissional e faz o antigo ditado “formei, não preciso estudar mais” ficar fora do contexto da sociedade da informação. Os indivíduos não devem ser formados apenas uma vez durante suas vidas profissionais: novas qualificações, em função das novas necessidades, impõem constantes aperfeiçoamentos no mundo globalizado [Alves (2001)].

Para mostrar o sucesso do governo federal na empreitada de valorização deste tipo de modalidade educacional, o Núcleo de Estudos de Políticas Públicas da Universidade Estadual de Campinas (NEPP/Unicamp) divulgou, com base em pesquisa realizada no ano de 1997, o alcance de um dos projetos em execução pela SEED, o TV Escola (<http://www.mec.gov.br/seed/tvescola>). Segundo a pesquisa, 586 mil profissionais de ensino e 16 milhões e 808 mil alunos utiliza-

ram as transmissões do TV Escola durante esse período, perfazendo um investimento de apenas R\$ 3,24 por aluno [Reforma (1998)].

Atualmente, no Brasil, as iniciativas de âmbito federal vêm sendo acompanhadas por programas de EaD apoiados por governos estaduais, através de suas Secretarias de Educação, Secretarias de Ciência e Tecnologia e por instituições particulares de ensino interessados neste modelo.

A Secretaria de Estado da Educação do Estado de São Paulo (<http://www.educacao.sp.gov.br>), devido ao tamanho e distribuição geográfica de sua rede pública de ensino – 7.161 escolas urbanas e rurais em 647 municípios, 250 mil professores, 50 mil funcionários e mais de 6 milhões de alunos – utiliza recursos tecnológicos (TV, vídeo e, mais recentemente, a Internet) para comunicação e atualização de professores e funcionários, incluindo a possibilidade de realização de cursos superiores para professores que queiram se diplomar sem saírem de suas cidades [São Paulo (2001)].

No Rio de Janeiro, a Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia (SECT) reuniu em consórcio as universidades públicas sediadas no Estado (Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Universidade Federal Fluminense – UFF, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ e Universidade do Rio de Janeiro – UNIRIO) e formou o Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro (CEDERJ), criado para oferecer educação superior pública e gratuita na modalidade à distância, aprovado para funcionamento pelo Conselho Nacional de Educação em julho de 2001 [CEDERJ (2001)].

A Escola Nacional de Administração Pública (ENAP) conseguiu atingir resultados importantes na capacitação de pessoal graças à implantação do sistema de Educação a Distância, em setembro de 2001. A instituição, vinculada ao Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão, é responsável por treinar ser-

vidores públicos e está sediada em Brasília. Para evitar gastos com deslocamentos e estadias de servidores de outros estados, a ENAP registrou economia de até 47% para realizar programas de qualificação. Segundo o Diretor de Desenvolvimento de Gerentes e Servidores da instituição, Maurício Muniz de Carvalho, um curso foi realizado a distância, de 1º a 20 de Dezembro de 2001. O custo da qualificação de 157 concluintes foi de R\$ 22 mil, ao passo que o custo do curso na modalidade presencial, para 25 pessoas, sai em média por R\$ 41 mil [UniRede (2002)].

A abertura do mercado de telecomunicações no Brasil, a partir da aprovação da Lei Geral das Telecomunicações (Lei nº 9472, de 16/07/97), e sua conseqüente incitação à concorrência entre empresas, permitiu o acesso a novos recursos tecnológicos com mais intensidade e custos menores. Dentre estes, é possível destacar: comunicações telefônicas digitais e *wireless* (sem-fio), comunicações de dados e voz via satélite e a instalação de cabos de fibra ótica em maior quantidade.

Estes acontecimentos vêm permitindo o atendimento da demanda crescente, possibilitando seus usos na educação mais freqüentemente. Outra consequência da facilidade de acesso aos serviços de comunicação é o aumento do número de empresas que estão oferecendo aperfeiçoamento profissional (a educação corporativa), através do uso das tecnologias para Ensino a Distância (em substituição aos métodos presenciais) para treinamento de funcionários, com conseqüente diminuição de custos.

Recentemente, o Brasil entrou para o círculo de países que disponibilizam cursos superiores “a distância” criando a *Universidade Virtual Pública do Brasil*² – UniRede (<http://www.unirede.br>) – instituição pública com intuito de oferecer por meio das redes de computadores (e de outras mídias integradas)

² Criada em 06 de janeiro de 2000.

ensino superior, tanto em nível de graduação e pós-graduação, bem como de extensão e educação continuada. Inicialmente, participaram desta empreitada 33 universidades públicas, federais e estaduais. Ao final do primeiro ano de existência, a UniRede já contava com 62 instituições filiadas. Atualmente, 68 instituições fazem parte deste projeto [UniRede (2001)].

Em termos mundiais, a valorização pedagógica como instrumento de massificação do ensino de qualidade também prevalece. Aliás, convém ressaltar que esta valorização aconteceu bem antes (comparando com a existente aqui no Brasil), tanto ao nível governamental, quanto através de iniciativas dos institutos de ensino e das universidades. Segundo o relatório *Distance education: Growth and Diversity* do Fundo Monetário Internacional [Potashnik (1998)], existem atualmente 11 mega universidades de educação a distância que registram a inscrição de mais de 100.000 alunos por ano.

A Tabela 2 mostra algumas instituições que se enquadram neste perfil. Dentre estas, pode-se destacar: a *Open University*, na Inglaterra (uma das mais tradicionais e conhecidas universidades voltadas para o Ensino a Distância – endereço <http://www.open.ac.uk>), o *Centre National D'Enseignement à Distance*, na França (endereço <http://www.cned.fr>) e o *China TV University System* (a maior instituição), na China (endereço <http://www.edu.cn>).

Tabela 2 - Instituições de Ensino a Distância com mais de 100.000 alunos

País	Instituição	Ano de início	Nº de alunos (mil)¹	Graduados (ano)	Orçamento (US\$ milhões)	Custo unitário²
China	China TV University System	1979	530.000	101.000	1,2	40
França	Centre National D'enseignement à Distance	1939	184.614	28.000	56	50
Índia	Indira Gandhi National Open University	1985	242.000	9.250	10	35
Indonésia	Universitas Terbuka	1984	353.000	28.000	21	15
Irã	Payame Noor University	1987	117.000	7.563	13.3	25
Coréia	Korea National Open University	1982	210.578	11.000	79	5
África do Sul	University of South Africa	1873	130.000	10.000	128	50
Espanha	Universidad Nacional de Educación a Distancia	1972	110.000	2.753	129	40
Tailândia	Sukhothai Tham-mathirat Open University	1978	216.800	12.583	46	30
Turquia	Anadolu University	1982	577.804	26.321	30 ³	10
Inglaterra	Open University	1969	157.450	18.359	300	50

¹ Alunos matriculados por ano entre 1994 e 1996
² Porcentagem do custo médio (por aluno) de outras universidades do país
³ Apenas na Open Education University

Fonte: *Distance education: Growth and Diversity* [Potashnik (1998)]

3. O processo de avaliação

O avanço das pesquisas para o uso das Tecnologias da Informação, em especial a melhoria dos sistemas de ensino baseados no uso de computadores e das Comunicações Mediadas por Computador (CMC)³, têm incentivado o surgimento de novos métodos e modelos de ensino e aprendizado, permitindo que novas formas educativas surjam com mais freqüência, podendo ser utilizadas com mais eficiência tanto em cursos presenciais como à distância.

Vários são os fatores que pressionam e impulsionam o desempenho dos sistemas educacionais de Ensino a Distância, principalmente os que utilizam as Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTIC) para o aumento de suas capacidades de simulação e realização dos processos educativos, com o objetivo de alcançarem índices de qualidades iguais aos encontrados num ambiente de ensino presencial (Figura 1).

Um ponto importante (e talvez um dos mais polêmicos) a ser estudado nas formas e modelos de ensino para aumento das qualidades educacionais, especialmente para o Ensino a Distância, é o da avaliação. A avaliação é um elemento de grandes debates dentro do escopo de teorias e práticas que compõem o estudo das ciências pedagógicas. Esta idéia está corroborada por Luciano E. Hack *et al.*, em [WIE (2000)], que afirmam:

“Estudar e desenvolver metodologias a serem empregadas na avaliação a distância e que possibilitem avaliações mais dinâmicas e interativas é um desafio, pois embora o avanço da modalidade a distância no sistema educacional, formas de avaliação inovadoras que se adaptem a este modelo são quase inexistentes.”

³ Técnica que visa ligar alunos e professores entre si para troca de informações, utilizando computadores conectados por linhas telefônicas públicas e/ou redes de computadores.

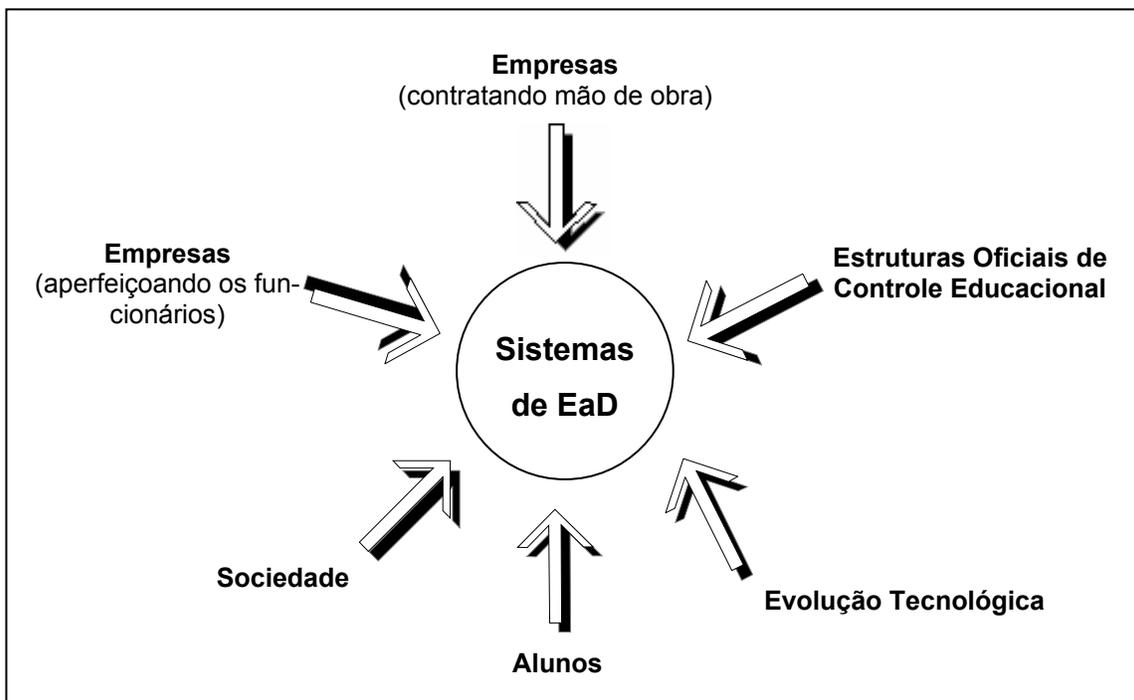


Figura 1 - Fatores externos que pressionam e impulsionam os sistemas de Ensino a Distância

O papel da avaliação como elemento ativo do processo de aprendizado não deve ser relegado a um plano secundário, tanto no ensino presencial, quanto no Ensino a Distância. Bem planejado, ele pode vir a exercer função de estímulo para o aprendizado. Em [Masetto (2000)], Marcos T. Masetto afirma:

“(...) muitas vezes o que acontece é a perda de todo o trabalho docente inovador por não se cuidar coerentemente do processo de avaliação, ou em outras palavras: perde-se todo um trabalho novo porque a avaliação é feita do modo mais tradicional e convencional que se conhece.”

3.1 O que é avaliar bem?

Consuelo T. F. Gonçalves, em [Gonçalves (1996)], falando sobre o papel desempenhado erroneamente pelas avaliações nos sistemas educacionais, afirma:

“(...) tal mitificação, ao invés de possibilitar às pessoas maior consciência de como está se desenvolvendo internamente o processo de construção do conhecimento, termina por confundi-las, tornando-as dependentes de algum veredicto externo que determine se estão aprendendo ou não.”

Para Charles Hadji, em [Hadji (2001)], a avaliação deveria ser um instrumento auxiliar do aprendizado e uma forma construtivista de aquisição de conhecimento:

“O que é, efetivamente, ensinar, senão ajudar alunos a construir os saberes e competências que a “frequência” às disciplinas escolares apela e cuja construção permite? A avaliação, em um contexto de ensino, tem o objetivo legítimo de contribuir para o êxito do ensino, isto é, para a construção desses saberes e competências pelos alunos.”

Maria T. Esteban afirma que a avaliação, da forma como vem sendo aplicada atualmente, vem funcionando como instrumento de controle, limitando as atuações de alunos e professores dentro do contexto escolar, servindo para classificar e hierarquizar saberes e pessoas. Segundo ela, essa visão do processo avaliativo transforma alunos em simples receptores de informação, transforma o professor em único repassador de conhecimentos e transforma a avaliação em um simples ato de “medir conhecimentos adquiridos”, através do certo e do errado [Esteban (2000)].

Nesta linha de pensamento, Lúcio Teles e Robert Mostat afirmam que um sistema de avaliação deve servir basicamente a dois propósitos dentro do modelo educacional. Primeiro, prover condições de acompanhamento dos alunos

em relação ao grau de obtenção de informação alcançada e da taxa de geração e retenção de conhecimento a partir dessas informações. Segundo (o que normalmente acontece), avaliar com mecanismos de pontuação o desempenho do aluno. Este tipo de avaliação, comparável aos métodos de avaliação tradicionais, acontece sob condições de controle (uso de fiscais e identificação dos avaliados, por exemplo), e tem por objetivo medir a performance do aluno, atribuindo-lhe uma pontuação, conforme o desempenho obtido nos exames [Teles (1999)].

3.2 Estruturando formas de avaliação a distância

Para melhor compreender o processo avaliativo, Benjamin S. Bloom *et al.* dividiram as formas de atuar a avaliação, classificando-as em três tipos [Bloom (1971)]:

- ***Avaliação Formativa*** - considerada parte integrante do processo de ensino, onde o professor utiliza um conjunto de questões, testes e tarefas como forma de auxiliar os alunos para alcançar um aprendizado efetivo. O professor provê o *feedback* necessário ao aperfeiçoamento dos alunos, sem necessariamente contabilizar as pontuações no resultado final. A *Avaliação Formativa* utiliza o poder de observação do professor, a fim de analisar o comportamento e as atitudes dos alunos como referencial aos progressos alcançados.
- ***Avaliação Somativa*** - tem como objetivo principal determinar o nível de desempenho alcançado pelos alunos durante o curso, pontuando-os e servindo como parâmetro de julgamento para classificação dos mesmos, normalmente privilegiando o aspecto de capacidade de memorização.
- ***Avaliação Diagnóstica*** - objetiva medir o grau de habilidades e de conhecimentos dos alunos sobre o assunto a ser tratado durante a realização do curso. Ao final do curso, este tipo de avaliação pode ser utilizado para levantar as possíveis falhas de aprendizado.

Para um acompanhamento das reais capacidades individuais dos alunos, a *Avaliação Formativa* se apresenta mais confiável. Para tanto, ela deve ser aplicada diariamente, a cada momento instrucional, possibilitando um monitoramento constante do grau de assimilação e participação dos alunos nas atividades educacionais [Alves (2001)].

Entretanto, para implantar a *Avaliação Formativa* e usá-la em ambientes virtuais de ensino via Web, é necessário adaptá-la, bem como adaptar as formas tradicionais de avaliação do ensino presencial. Um obstáculo a ser vencido é o caráter subjetivo de avaliar da *Avaliação Formativa*. Como transformar participação, ou não participação, em um valor concreto, que sirva de referência para medir performances?

Muitas pesquisas têm sido desenvolvidas para prover suporte à *Avaliação Formativa*, visando diminuir as suas restrições e explorar as vantagens desta forma de avaliação. Duas linhas de pesquisa principais podem ser identificadas: o suporte à *avaliação baseada em testes objetivos* e o suporte à *avaliação contínua*.

Os testes objetivos ganharam grande popularidade nos sistemas de EaD devido à rapidez e facilidade da aplicação e geração imediata de *feedback*. As pesquisas sobre suporte aos testes objetivos estão concentradas no estudo de formas de armazenamento de questões que permitam maior flexibilidade na apresentação dos testes [Otsuka (2002)].

Neste sentido, Joice L. Otsuka destaca duas linhas de pesquisa. A primeira está relacionada com a geração de questionários personalizados sob demanda, de acordo com os parâmetros solicitados pelo professor. A segunda é relativa ao desenvolvimento de questões adaptativas, de acordo com a análise do conhecimento do aluno em diferentes conceitos e tópicos [Otsuka (2002)].

A avaliação contínua é realizada por meio do acompanhamento das contribuições do aluno no curso. Ela tem grande importância no EaD por possibi-

tar a percepção do comportamento do aluno, favorecer a identificação de problemas, além de permitir alguma forma de autenticação da identidade do aluno, pela familiarização com o estilo e habilidades do mesmo [Otsuka (2002)].

Na linha do suporte à avaliação contínua, as pesquisas concentram-se no estudo de ferramentas que facilitem o acompanhamento e análise do grande volume de dados gerado pelas ações dos alunos nos cursos. Joice L. Otsuka afirma que algumas pesquisas empregam a tecnologia de agentes de *software*, que atuam filtrando e analisando as participações dos alunos por meio dos registros das interações, ou acompanhando, analisando e gerando *feedback*. Outras envolvem o registro das interações dos alunos e a aplicação de técnicas de *data mining* para a extração e inferência de padrões de comportamento [Otsuka (2002)].

Contudo, apesar de todos os avanços do EaD, o processo de avaliação a distância ainda carece de credibilidade por parte da sociedade. Como exemplo dessa desconfiança, pode-se destacar a lei que obriga os cursos formais realizados à distância (reconhecidos pelo Ministério da Educação) a realizarem suas avaliações de modo presencial.

Os cursos regulares de Ensino a Distância, credenciados ou não por instituições governamentais, devem possibilitar aos oriundos deste tipo de modelo educacional condições de plenas competências nas áreas estudadas e de competitividades idênticas aos egressos dos cursos tradicionais. Uma forma de aumentar a credibilidade e melhorar a capacidade de trabalho dos alunos egressos desses cursos é construindo mecanismos de avaliação mais confiáveis e seguros em relação aos reais aprendizados alcançados pelos alunos.

Assim, o caminho para vencer o desafio da falta de confiança dos sistemas avaliativos do EaD parece começar na busca de novas formas de verificar o aprendizado à distância, através da adaptação dos processos avaliativos existentes no presencial, sem que isso signifique, entretanto, altos custos de investimento em tecnologias de informação para o monitoramento remoto dos alunos.

3.3 Avaliação Formativa: porque usá-la? E o que avaliar?

Apesar das grandes dificuldades de implantação e uso, a *Avaliação Formativa* parece ser uma das formas mais adequadas para ajudar a suprir a falta de credibilidade que o EaD ainda possui [Alves (2001)]. Sua adoção sistemática pelos variados ambientes de ensino virtual possibilita uma postura positiva dos seus métodos, ajudando a validar a assertiva que diz que o que vale como prática de ensino é a “verificação do entendimento do assunto”, das habilidades adquiridas e do grau de competência dos alunos oriundos desse modelo educacional.

Em posição oposta, mas não contrária, servindo de complemento às medições de performance de alunos, não mais como forma única de verificação, a *Avaliação Somativa* deve compor em maior ou menor grau o percentual final de pontuação [Alves (2001)]. Relembrando, na Avaliação Somativa apenas o resultado final do processo de aquisição de conhecimento é verificado. Some-se a isso o fato de que, quando é aplicada ao Ensino a Distância, ainda traz desconfianças ao processo, com dúvidas do tipo: “Quem realmente realizou o teste?”. Continuando a defesa para adoção da *Avaliação Formativa* no ensino *on-line*, observa-se que, entre as mudanças havidas em relação aos papéis desempenhados pelos sujeitos que compõem o processo educacional a distância e o ensino tradicional presencial (Tabela 3), verifica-se que aquelas relacionadas às atividades dos alunos são de vital importância para o sucesso do modelo.

A Tabela 3, apresentada em sua versão original em [Brown (1992)], descreve alguns papéis desempenhados pelos personagens que formam um ambiente de ensino em uma sala de aula no modelo de ensino clássico, comparando-os ao modelo de ambientes virtuais de ensino.

Tabela 3 - Elementos ativos no relacionamento ensino-aprendizado

Ator	Sala de aula Tradicional	Aprendizado on-line
Alunos	Agentes passivos de informações de entrada	Pesquisadores, professores e monitores de seu progresso
Professores	Ensino didático, gerente de sala de aula	Descoberta orientada, modelo de investigação ativo
Conteúdo	<p>Currículo Escolar (programa) como conhecimento básico</p> <p><u>Conteúdo do currículo</u></p> <p>Em largura Fragmentado Retenção do fato</p>	<p>Pensamento como conhecimento básico</p> <p><u>Conteúdo do currículo</u></p> <p>Em profundidade Temas recorrentes Entendimento</p>
Computadores	Exercícios e prática Programação	Ferramentas para reflexão intencional Aprendizado e colaboração
Avaliação	Retenção do fato Testes tradicionais	Descoberta do conhecimento, utilização Performance Projetos

Fonte: *Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings* [Brown (1992)]

Segundo Andréa C. Ramal, em [Ramal (1997)], o aluno, neste paradigma, é o agente da aprendizagem, um estudioso autônomo capaz de buscar por si mesmo os conhecimentos, formando seus próprios conceitos e opiniões e responsável pelo seu próprio crescimento.

Essa posição de responsabilidade e maturidade, que deve existir por parte dos alunos oriundos dessa forma de aprendizado, determina o surgimento de novas funções e atitudes no processo educacional, através da criação de novos papéis a serem desempenhados no ambiente educacional [Alves (2001)]. Destes papéis, a *capacidade de auto-aprendizado* (motivação para o aprendizado isola-

do, sem nenhum ou muito pouco contato com os colegas participantes ou professores) é o que mais pode auxiliar nos estudos, para determinação de critérios diferenciados para medições de performance. Assim, a introdução desses critérios facilitaria a introdução da *Avaliação Formativa*.

A pergunta que surge é: o que controlar e de que forma monitorar alunos a distância, para que a avaliação possa ser considerada realmente formativa ou que leve em consideração aspectos comportamentais?

Neide Santos enumera algumas maneiras e atitudes tomadas por aprendizes de cursos *on-line* que podem ser monitoradas como forma de acompanhar seus interesses e desempenhos [SITE (1999)]:

- Que caminhos foram percorridos sobre os conteúdos disponibilizados pelo professor?
- Estes caminhos permitiram que se alcançassem os objetivos educacionais propostos?
- Que fontes de informações complementares, afora as recomendadas, foram utilizadas pelos alunos?
- Qual o grau de utilização e pesquisa de fontes suplementares fornecidas pelo professor?
- Quais foram as contribuições dos alunos e em que grau, na realização de tarefas cooperativas?
- Com que frequência os alunos contataram o professor por *e-mail*?
- Os alunos contataram o professor somente na proximidade das avaliações?
- Quais foram as assiduidades dos alunos e os graus de participação em bate-papos, videoconferências, listas e fóruns de discussão?
- Os trabalhos desenvolvidos pelos alunos mostraram boa utilização dos recursos educacionais disponíveis no curso?

Além destes comportamentos observáveis, outro importante critério que pode vir a auxiliar o processo de avaliação em cursos *on-line*, ajudando a identi-

ficar dificuldades, o grau de interesse e o nível de conhecimentos adquiridos dos alunos durante a realização do curso, é o *conteúdo das mensagens postadas* em bate-papos e *e-mails* entre alunos e professores. Estas mensagens podem informar a relevância dos conteúdos enviados nas diversas formas de interação do ambiente de ensino.

4. O modelo informacional de avaliações

Devido às enormes dificuldades em se adotar apenas métodos tradicionais da *Avaliação Somativa* no Ensino a Distância, Rêmulo M. Alves, em [SBIE (2002)], elaborou *um modelo informacional para avaliações de alunos no EaD*. Sua proposta de avaliar a distância através de *Estados de Aprendizado* nasceu pela possibilidade de monitoramento das atitudes e comportamentos mantidos pelos alunos, num ambiente virtual de ensino via Web.

O modelo gráfico é apresentado a seguir. O diagrama proposto auxilia a identificar os graus de comprometimento dos alunos em busca de conhecimento, através da observação dos comportamentos e atitudes dos alunos no espaço interacional (Figura 2) [SBIE (2002)].

Os estados cognitivos (retângulos na Figura 2) representam os estágios necessários ao completo aprendizado dos alunos no ambiente *on-line*. Os comportamentos e atitudes dos alunos no ambiente de ensino representam, no modelo informacional, o conjunto de ações executadas pelos alunos durante o tempo de acesso ao ambiente (setas na Figura 2) [SBIE (2002)].

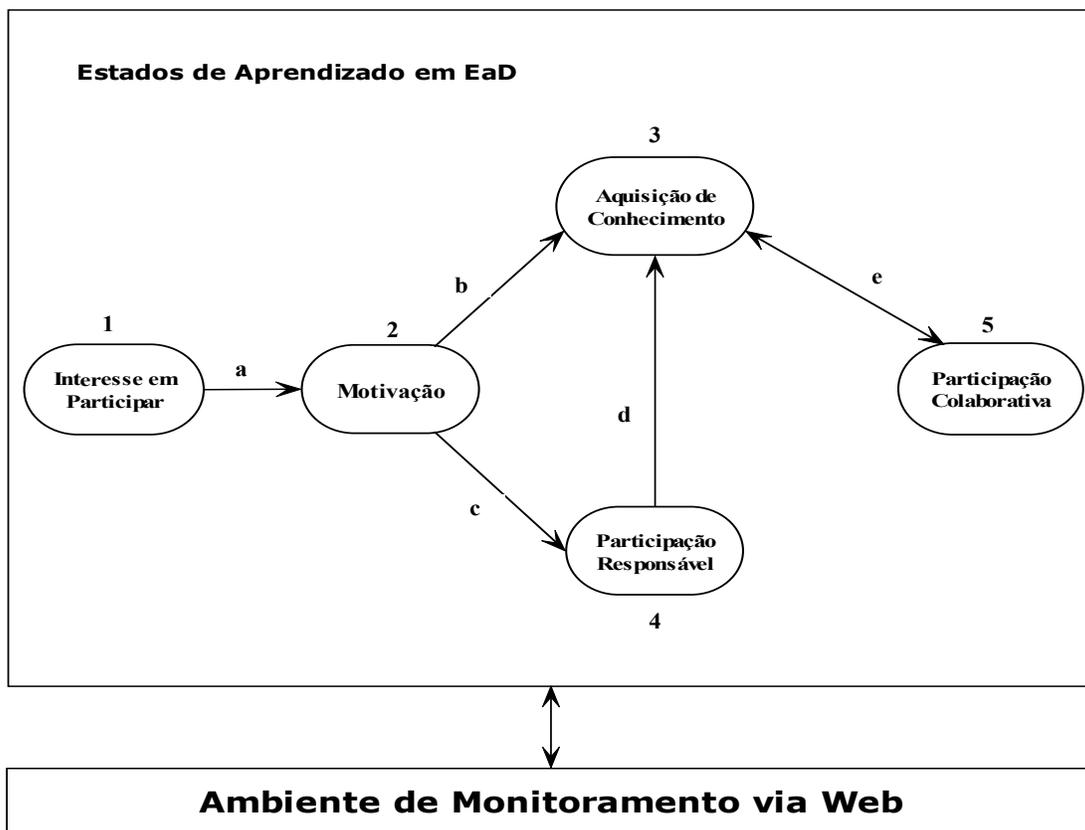


Figura 2 - Modelo informacional para avaliações de alunos no EaD, baseado em Estados de Aprendizado

A Tabela 4 apresenta as ações passíveis de monitoramento, num ambiente virtual de ensino via Web, relacionadas aos *Estados de Aprendizado* descritos pelo modelo informacional.

Tabela 4 - Estados de Aprendizado versus Comportamentos Observados

Estado de Aprendizado	Comportamentos Observados
1. Interesse em Participar	<ul style="list-style-type: none"> - matricula no curso - pede informações sobre o curso
2. Motivação	<ul style="list-style-type: none"> - responde aos desafios e avaliações somativas propostas - mantém assiduidade no ambiente virtual - visita todos os espaços disponíveis no ambiente - mantém troca acentuada de mensagens com os colegas e os professores, mas próxima às avaliações
3. Aquisição de Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> - mantém o debate ou posta novos temas nos espaços de interação com alto percentual no índice de relevância das mensagens - responde aos desafios com elevado nível de acerto - mantém a troca de mensagens com os professores, distribuída uniformemente ao longo do curso - realiza as avaliações somativas e obtém alto índice de desempenho
4. Participação Responsável	<ul style="list-style-type: none"> - observa as regras de convivência do ciberespaço - mantém o debate ou posta novas mensagens nos espaços de interação - posta ou sugere a colocação de novas referências bibliográficas - discute ou sugere sobre a condução do curso - auto-avaliação
5. Participação Colaborativa (inteligência coletiva)	<ul style="list-style-type: none"> - participa efetivamente das discussões coletivas e dos trabalhos em grupo - co-avaliação

Fonte: Um modelo informacional para avaliações de alunos no ensino a distância via Web [SBIE (2002)]

4.1 Estados de Aprendizagem

4.1.1 Interesse em Participar

Este *Estado de Aprendizagem* é o passo inicial para aquisição de conhecimento em um ambiente Web de ensino. Dessa forma, fica bem claro que um curso ministrado na Web deve possuir alguns atrativos, para que os alunos tenham interesse em participar. Por exemplo, a página do curso deve fornecer informações bem claras, tais como: haverá certificado? Qual o período de realização do cur-

so? Quais as formas de pagamento? Qual é o número máximo de inscrições? Quem é o professor? Entre outras.

Um ponto chave neste *Estado* é o processo de matrícula. A matrícula é, de certa forma, a primeira interação do aluno com o ambiente de ensino. O aluno não pode ter dúvidas na realização da matrícula, pois, se isto acontecer, ele pode até desistir do curso. No final deste processo, é fundamental que o aluno receba informações de como acessar o ambiente de ensino, como, por exemplo, qual será o seu *login* e sua senha.

Por fim, cabe ressaltar que as informações fornecidas pelo aluno no processo de matrícula podem ser usadas como insumos para que o professor desenvolva a *Avaliação Diagnóstica*, visto que ela é utilizada com o objetivo de levantar o grau de habilidades e de conhecimentos que os alunos possuem sobre o assunto específico a ser tratado durante o curso.

4.1.2 Motivação

Desde 1948, um grupo de educadores assumiu a tarefa de classificar metas e objetivos educacionais. Eles propuseram-se a desenvolver um sistema de classificação para três domínios: o cognitivo, o afetivo e o psicomotor. O trabalho no domínio cognitivo foi concluído em 1956 e é normalmente referenciado como *Bloom's Taxonomy of the Cognitive Domain*.

A idéia central da taxonomia de Bloom é a de que aquilo que os educadores querem que os alunos saibam (definido em declarações escritas como objetivos educacionais) pode ser arranjado numa *hierarquia*, do menos para o mais complexo.

O primeiro nível da taxonomia é o nível de *Conhecimento*, onde o aluno procura recordar ou reconhecer informações, idéias e princípios na forma (aproximada) em que foram aprendidos. *Este é justamente o objetivo do Estado de Aprendizagem de Motivação*.

Assim, para que o aluno tenha condição de responder aos desafios propostos (um dos principais comportamentos indicadores de motivação), é necessário que ele recorde as informações ou idéias que lhe foram passadas previamente pelo professor.

Por outro lado, o ato de trocar várias mensagens com os colegas e o professor, próximo à data das avaliações, indica que o aluno está interessado em adquirir informações ou idéias. Neste sentido, é ele quem está buscando o conhecimento, ainda que por necessidade de resolver uma avaliação que está por vir.

Os demais comportamentos indicadores de motivação são: manter assiduidade no ambiente virtual de ensino – o que demonstra que o aluno tem interesse pelo curso – e visita a todos os espaços disponíveis no ambiente – o que demonstra a curiosidade do aluno e a intenção de conhecer melhor o ambiente do qual ele está participando.

Por fim, convém ressaltar que a motivação está fortemente relacionada com todos os comportamentos dos alunos no ambiente de ensino. Sendo assim, um aluno motivado pode adquirir muito mais conhecimentos que um aluno desmotivado, ou participar de forma muito mais responsável do que um aluno desmotivado. Daí as relações entre o *Estado de Motivação* e os *Estados de Aquisição de Conhecimento* e *Participação Responsável*, indicadas, respectivamente, pelas setas de rótulos “b” e “c” na Figura 2.

4.1.3 Aquisição de Conhecimento

O segundo nível da taxonomia de Bloom é o nível de *Compreensão*, onde o aluno procura traduzir, compreender ou interpretar informações com base em conhecimentos prévios. *Este é um dos objetivos do Estado de Aprendizagem de Aquisição de Conhecimento.*

Para que o aluno consiga responder aos desafios propostos com elevado nível de acerto, é necessário que ele compreenda completa e corretamente as informações ou idéias que lhe foram passadas. Note a diferença entre este *Estado* e o anterior: não basta responder aos desafios, é preciso respondê-los *corretamente*. Isto porque o simples fato de responder aos desafios não indica que o aluno realmente adquiriu o conhecimento. Ele pode ter respondido de forma errônea, ou até mesmo ter dito algo que não tivesse nada a ver com o desafio... Assim, responder aos desafios é apenas e tão somente indicador de motivação. Quando os desafios são respondidos de forma correta, aí sim podemos inferir que o aluno adquiriu conhecimento.

Então, também podemos dizer que um dos objetivos deste *Estado de Aprendizagem* é fazer com que o aluno selecione, transfira e use dados e princípios para completar um problema ou tarefa com um mínimo de supervisão (terceiro nível da taxonomia de Bloom – nível de *Aplicação*).

Para que o aluno consiga realizar as avaliações e obter alto índice de desempenho, é necessário que ele use os princípios que lhe foram passados de forma correta. Cabe aqui uma observação: dependendo do nível da avaliação, o aluno precisará não apenas usar os princípios, mas fazer análises, comparações, e até mesmo críticas sobre determinados assuntos. Neste sentido, é claro que uma avaliação pode abranger vários níveis do domínio cognitivo. Contudo, este *Estado de Aprendizagem* procura indicar o ponto fundamental para que o aluno consiga obter sucesso em uma avaliação: o conhecimento. Sendo assim, o aluno deve saber (primordialmente) usar os princípios, os conhecimentos que lhe foram passados.

Por outro lado, adquirir conhecimento requer mais do que a simples compreensão dos conteúdos do curso ou a simples resposta correta aos desafios propostos. Existem outros comportamentos indicadores de aquisição de conhecimento.

Um dos indicadores principais acontece quando o aluno consegue manter os debates, ou postar novos temas nos espaços de interação (bate-papos, fóruns, listas de discussão, etc) com alto percentual no índice de relevância das mensagens. Ou seja, não basta trocar mensagens com os colegas e o professor. Para inferir que o aluno adquiriu conhecimento, precisamos *analisar o conteúdo das mensagens trocadas* nos debates e nos espaços de interação (a forma de implementação do índice de relevância das mensagens é discutida com maiores detalhes no Capítulo 5).

Ainda, o ato de trocar mensagens com o professor, distribuídas uniformemente ao longo do curso, também indica que o aluno adquiriu conhecimento, ou que ele está buscando construir o conhecimento de forma gradual.

Portanto, não basta trocar mensagens com o professor às vésperas de uma avaliação. É claro que, neste caso, o aluno também está buscando conhecimento, mas esta busca se dá muito mais por uma necessidade do que por um interesse, ou por um desejo de aprender. Neste sentido, é fundamental que o processo de aquisição de conhecimento aconteça de forma gradativa, consolidando-se na mente do aluno. Para tanto, a uniformidade na troca das mensagens é fator de suma importância, permitindo que o professor participe ativamente do processo de aquisição do conhecimento por parte dos alunos.

Por fim, é importante ressaltar a relação bidirecional existente entre o *Estado de Aquisição de Conhecimento* e o *Estado de Participação Colaborativa*, indicada pela seta com rótulo “e” na Figura 1. Esta relação ocorre da seguinte maneira: num trabalho (atividade) feito em grupo, acontece uma troca de conhecimentos e experiências. Sendo assim, um aluno, participando das discussões em grupo, adquire conhecimentos de seus colegas. Por outro lado, ele também transmite seu conhecimento, engrandecendo a discussão e, conseqüentemente, a inteligência coletiva.

4.1.4 Participação Responsável

Este *Estado de Aprendizagem* procura avaliar como está sendo a participação do aluno, de forma geral, em relação ao curso. Mas o que é participar de forma responsável?

O aluno, assim como num ambiente de ensino presencial, deve cumprir alguns “compromissos”. Por exemplo, realizar as atividades designadas pelo professor (individualmente ou em grupo), responder às mensagens de seus colegas e do professor, ler os conteúdos apresentados, participar das discussões (bate-papos, fóruns, listas de discussão, etc), entre tantas outras. Quando o aluno cumpre com seus “compromissos”, podemos dizer que ele está agindo com responsabilidade.

Ainda neste contexto, o aluno deve observar as regras de convivência do ciberespaço (Netiquetas). As Netiquetas são importantes para tornar o convívio no ciberespaço mais eficiente e agradável, sendo úteis para toda comunicação feita via Web. Exemplos de Netiquetas:

- Usar títulos objetivos (*subjects*) nas mensagens. Assim as pessoas podem decidir se a mensagem é ou não interessante antes de lê-la.
- Incluir uma pequena nota (ou “assinatura”) no final da mensagem, contendo pelo menos o endereço de e-mail. Isto facilita respostas individuais.
- Não usar acentos, a não ser que o ambiente de ensino permita. A Web foi inventada pelos americanos e isto faz com que os acentos não funcionem bem. O uso de acentos pode tornar as mensagens ilegíveis. A razão principal para o problema é o uso de computadores de tecnologias diferentes (PC, Mac, UNIX, etc).
- Não mandar mensagens privadas para listas de discussão. No caso de mensagens pessoais, o aluno deve tomar cuidado para enviá-las somente para a pessoa com quem quer falar.

- Escrever de forma correta os endereços da Web. É interessante escrever o endereço completo, com o início “http://” e em uma linha separada, para facilitar quem precisar copiá-lo. Um endereço bem escrito ficaria desta forma:

http://www.nome.com.br/outronome.

Contudo, a participação responsável engloba outros aspectos, referentes aos potenciais de análise e de pesquisa do aluno. Por exemplo, quando o aluno posta ou sugere a colocação de novas referências bibliográficas, podemos inferir que ele, além de estar motivado com relação ao curso, pesquisou e/ou leu outras referências acerca dos conteúdos ministrados. Deste contexto pode-se tirar duas relações:

- A relação entre o *Estado de Motivação* e o *Estado de Participação Responsável*, indicada pela seta com rótulo “c” na Figura 2 – pois, para participar de forma responsável, em todos os aspectos, o aluno deve estar completamente motivado e interessado acerca dos conteúdos ministrados e
- A relação entre o *Estado de Participação Responsável* e o *Estado de Aquisição de Conhecimento*, indicada pela seta com rótulo “d” na Figura 2 – pois a pesquisa de novas referências bibliográficas (e até mesmo novos conteúdos) para o curso indica que o aluno adquiriu novos conhecimentos sobre os assuntos ministrados e, além disso, deseja que seus colegas também adquiram os conhecimentos que ele obteve.

Outro exemplo de participação responsável seria quando o aluno discute ou sugere sobre a condução do curso. Neste caso, o aluno está completamente motivado e inteirado com o curso e, no intuito de melhorá-lo, envia mensagens ao professor criticando, sugerindo ou discutindo a condução do curso. Este exemplo se encaixa no quinto nível da taxonomia de Bloom, o nível da *Avaliação*. Ou seja, o aluno, para propor melhorias para o curso, deverá fazer uma

avaliação sobre os métodos de condução utilizados pelo professor e, com base em critérios, padrões, ou até mesmo em suas preferências, fazer recomendações ao professor.

Por fim, outra forma de participação responsável diz respeito à auto-avaliação. Neste caso, o aluno dá uma nota (ou conceito) para si mesmo, levando em consideração a maneira como ele pensa que se comportou no ambiente de ensino. É claro que esta nota (ou conceito) pode estar fora da realidade do aluno, desvalorizando ou, na maioria dos casos, supervalorizando o seu real rendimento. Contudo, através de técnicas estatísticas, é possível verificar se esta nota está condizente ou não com a realidade (maiores detalhes no Capítulo 5).

4.1.5 Participação Colaborativa

Um aspecto chave no EaD é a participação colaborativa. Sendo assim, este *Estado de Aprendizagem* procura identificar as ações do aluno no contexto de grupo. Mas, como assegurar que determinado trabalho em grupo foi feito por todos os integrantes e não por apenas um aluno? Como assegurar que o aluno participou efetivamente do desenvolvimento do trabalho?

Estas perguntas não são fáceis de responder, ainda mais no contexto do EaD. Contudo, é importante considerar que um grupo de alunos, para realizar um trabalho, deve se reunir e discutir sobre o trabalho. Este é um dos pontos onde os alunos podem demonstrar “espírito de grupo”. Se um aluno envia mensagens para os membros de seu grupo com alto percentual no índice de relevância das mensagens, então é possível inferir que ele está participando ativamente do trabalho.

Outro aspecto importante é o da co-avaliação. Neste caso, o aluno dá notas (ou conceitos) para todos os seus colegas de grupo, exceto para si mesmo. Ele deve levar em consideração a maneira como ele pensa que os seus colegas se comportaram no desenvolvimento das atividades propostas e das discussões.

Assim como no caso da auto-avaliação, estas notas (ou conceitos) podem estar fora da realidade dos alunos, desvalorizando ou, na maioria dos casos, supervalorizando os reais rendimentos.

Por fim, convém ressaltar que este Estado de Aprendizagem abrange diversos níveis da taxonomia de Bloom, pois, no âmbito das discussões em grupo, os alunos devem:

- Reconhecer informações na forma em que foram aprendidas (nível de *Conehecimento*);
- Traduzir, compreender e interpretar as informações com base em conhecimentos prévios (nível de *Compreensão*);
- Selecionar, transferir e usar dados para completar as atividades propostas (nível de *Aplicação*);
- Integrar e combinar idéias diferentes tendo em vista um fim comum (nível de *Síntese*) e
- No caso da co-avaliação, avaliar o comportamento e a participação de seus colegas de grupo (nível de *Avaliação*).

5. Implementação do Modelo

O presente trabalho está baseado na implementação do modelo informacional de Rêmulo M. Alves [SBIE (2002)], elucidado no capítulo anterior.

A arquitetura de informações do modelo foi implementada tendo como base um servidor com interface Web, utilizando softwares de código aberto (gratuitos e de código livre) para a sua construção, tais como: o sistema operacional Linux, o sistema de gerenciador de banco de dados MySQL, um ambiente de ensino via Web e a linguagem de programação Web PHP (*Personal Home Page Language*).

A estrutura analítica da implementação, que descreve as ações a serem tomadas para concretização do projeto, é a seguinte: pesquisa bibliográfica sobre o Ensino a Distância e sobre o processo de avaliação a distância; escolha de um ambiente de ensino via Web, como base para a implementação do modelo informacional; adaptação do ambiente de ensino escolhido, com a incorporação de um sistema gerenciador de banco de dados (caso o ambiente não tenha um SGBD como *back-end*); incorporação de novos módulos, para atender às especificações do modelo informacional (módulo Desafios, módulo Bate-Papo, etc) e o estudo de algoritmos de casamento de padrões, para implementação do índice de relevância das mensagens postadas. Tal estrutura será elucidada com maiores detalhes nas seções seguintes deste capítulo.

De forma geral, a implementação do modelo informacional, fazendo uso deste ambiente integrado de ensino via Web, procurou construir uma base de informações estatístico-educacionais úteis, com o intuito de melhorar o conhecimento acerca dos alunos. Esta base de informações ajudará os responsáveis pela condução de cursos à distância a melhorar o julgamento no processo de valoração dos alunos participantes.

Neste sentido, o grau de conhecimento adquirido é calculado através da parametrização e valoração das tarefas e atividades relacionadas aos aspectos comportamentais dos alunos. Ainda, a base de informações construída pelo modelo disponibiliza aos gestores da educação medidores de performance, baseados nas atitudes dos alunos durante a realização do EaD, além dos próprios sistemas tradicionais de pontuação de desempenho dos alunos.

5.1 O ambiente de ensino

Apresentadas as possibilidades de monitoração e controle dos comportamentos e atitudes de aprendizes em ambientes de EaD, torna-se possível propor uma estrutura integrada de mediação pedagógica (apresentação de conteúdos + interação via mecanismos de comunicação síncrono e assíncrono + avaliações formativas) para o ensino *on-line*. Baseado em uma arquitetura distribuída, construída sob o serviço Web da Internet, o ambiente de ensino utilizado procura simular os aspectos de uma sala de aula convencional, disponibilizando comunicação e interação entre os sujeitos do processo, estudo do conteúdo informacional e realização das tarefas propostas. Diferindo da maioria dos ambientes convencionais pela utilização de mecanismos de rastreamento das ações dos alunos, este ambiente permite a realização de monitoramento contínuo das atitudes e comportamentos dos alunos. Tais funcionalidades formam o núcleo do sistema proposto e servem para enquadrá-lo como pertencente às duas classes de avaliações vistas no Capítulo 3, seção 3.2.

O sistema assim projetado é denominado **Safes** – *Servidor de Avaliações Formativas e Somativas para o ensino on-line via web*. Esta ferramenta tem como base a estrutura de comunicação da Web, mas extrapola a mera concepção de um simples corretor automático de testes – único instrumento do processo avaliativo presente na maioria dos ambientes de ensino via Web disponíveis atualmente. Ao contrário, o Safes, através de um esquema de monitoração cons-

tante dos alunos no ambiente de aula virtual, analisa o aprendiz em todo processo de aquisição de conhecimento e desenvolvimento de suas habilidades. Este é o principal diferencial deste sistema: a implementação do modelo informacional de avaliações, apresentado no Capítulo 4.

5.2 Um pouco sobre o *Manhattan Virtual Classroom*

Contudo, devido à necessidade de acelerar o processo de desenvolvimento, em virtude da escassez de tempo, a solução encontrada foi a adaptação de um sistema já existente. Assim, o Safes possui como *background* o ambiente *Manhattan Virtual Classroom* (<http://manhattan.sourceforge.net>).

O *Manhattan Virtual Classroom* (ou simplesmente “Manhattan”) é um sistema de administração de cursos. Ele foi desenvolvido por Steven Narmontas e usado primeiramente na Western New England College, em Massachusetts, E.U.A. Em outubro de 2000, o software começou a ser distribuído pela Internet. Assim, ele é um exemplo de sistema aberto, acessível de forma livre e gratuita, incluindo os códigos fontes, conforme os termos de licenciamento GPL – General Public License (<http://www.gnu.org>), órgão que estabelece as condições e normas para distribuição pública e gratuita de programas de computadores. Essa forma de distribuição, por permitir acesso livre e posterior modificação (sob determinadas condições dos códigos fontes), vem conseguindo cada vez mais adeptos para o seu uso nos mais variados contextos de aplicação. Seus baixos custos de desenvolvimento e o crescente envolvimento de empresas multinacionais fazem com que pesquisadores, estudantes e programadores estejam interessados em sua sistemática de produção e uso.

O Manhattan exerce toda sua funcionalidade como uma aplicação CGI, desenvolvida utilizando programas escritos na linguagem C, em ambiente operacional Linux. É formado por uma estrutura modular, constituída por mais de 100 pequenos programas que se relacionam entre si, cada um dos quais executando

uma tarefa estritamente definida dentro do escopo de sua atuação. Todos os arquivos do Manhattan são instalados no servidor: nada precisa ser instalado nos computadores dos usuários [Narmontas (2000)]. A Figura 3 apresenta a interface gráfica original do *Manhattan Virtual Classroom*, mostrando todo acesso às funcionalidades de forma simples e direta.

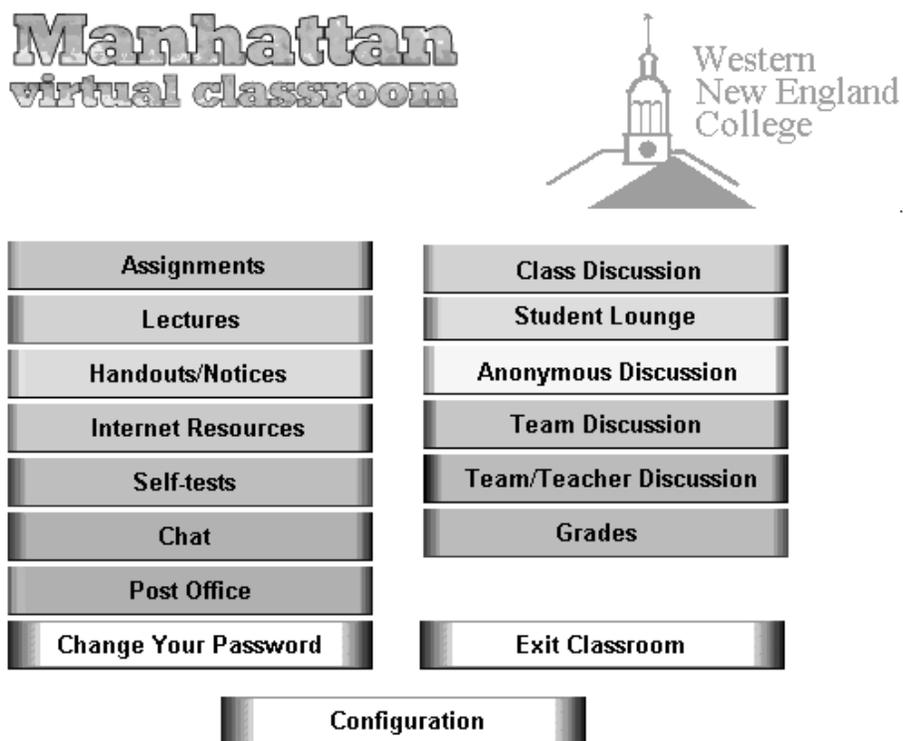


Figura 3 - Tela principal do *Manhattan Virtual Classroom*

Todo o sistema Manhattan funciona como um mecanismo de *troca de mensagens* entre alunos e professores, e entre os alunos entre si. Estas mensagens ficam armazenadas em arquivos criados pelo servidor Web, ao executar

uma requisição CGI do usuário. Assim, se o professor indica um link relacionado ao curso no módulo *Handouts/Notices*, o servidor Apache escreve no arquivo, registrando o tipo de mensagem enviada (mais algumas informações importantes) e o usuário que a enviou. A Figura 4 apresenta a arquitetura de componentes do ambiente Manhattan.

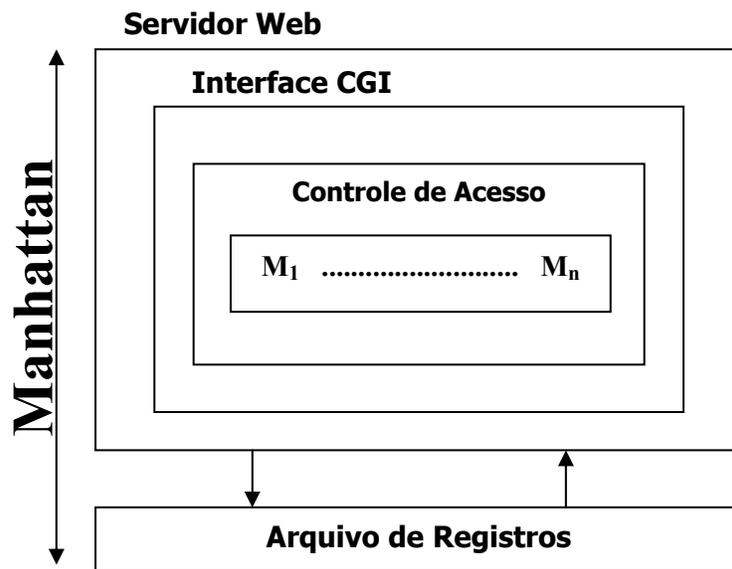


Figura 4 - Arquitetura de componentes do *Manhattan Virtual Classroom*

Todo o exercício de atuação pedagógico (ensino e aprendizagem) do Manhattan é firmado pelo uso de áreas bem delimitadas, dentro de um projeto gráfico simples, permitindo atuações distintas dos vários sujeitos do processo. De um modo geral, estas áreas são delimitadas por módulos de programação que permitem a existência de espaços para professores exporem seus materiais, alunos apresentarem suas dúvidas e trabalhos, comunicação para interação de alu-

nos e professores, e a publicação de avisos sobre o andamento do curso [Alves (2001)].

As funcionalidades existentes nos espaços de interatividade do Manhattan, representadas na Figura 4 pelos módulos M_1 à M_n são apresentadas a seguir:

- Quadro de trabalhos, onde o professor pode postar atividades aos alunos
- Quadro de leituras, onde o professor pode indicar o material para estudo
- Mural de avisos, onde o professor pode postar avisos aos alunos
- Quadro de material complementar relacionado ao curso, indicado pelo professor
- Testes e desafios postados pelo professor
- Bate-papo em tempo real
- Correio eletrônico interno ao ambiente
- Sistema para discussões e debates em classe
- Local para conversa informal entre alunos
- Local para conversas anônimas
- Local para reuniões entre os membros de grupos
- Local para comunicação entre os grupos e o professor
- Local para visualizar o desempenho acadêmico (notas)

Todo sistema de comunicação e interação se baseia, na versão analisada⁴, no envio e recebimento de mensagens originadas dentro do ambiente Manhattan pelos membros participantes.

⁴ Versão analisada: 0.93.3

5.3 Safes versus Manhattan

Esta seção apresenta as características do Safes, comparando-o com o Manhattan e enumerando as semelhanças e as diferenças existentes entre estes dois ambientes.

O Safes é executado no sistema operacional Linux, utilizando o servidor Web Apache, uma interface padrão Web (navegador WWW) com o usuário e interfaces CGI e PHP com o núcleo funcional do sistema. A Figura 5 apresenta a arquitetura de componentes do Safes.

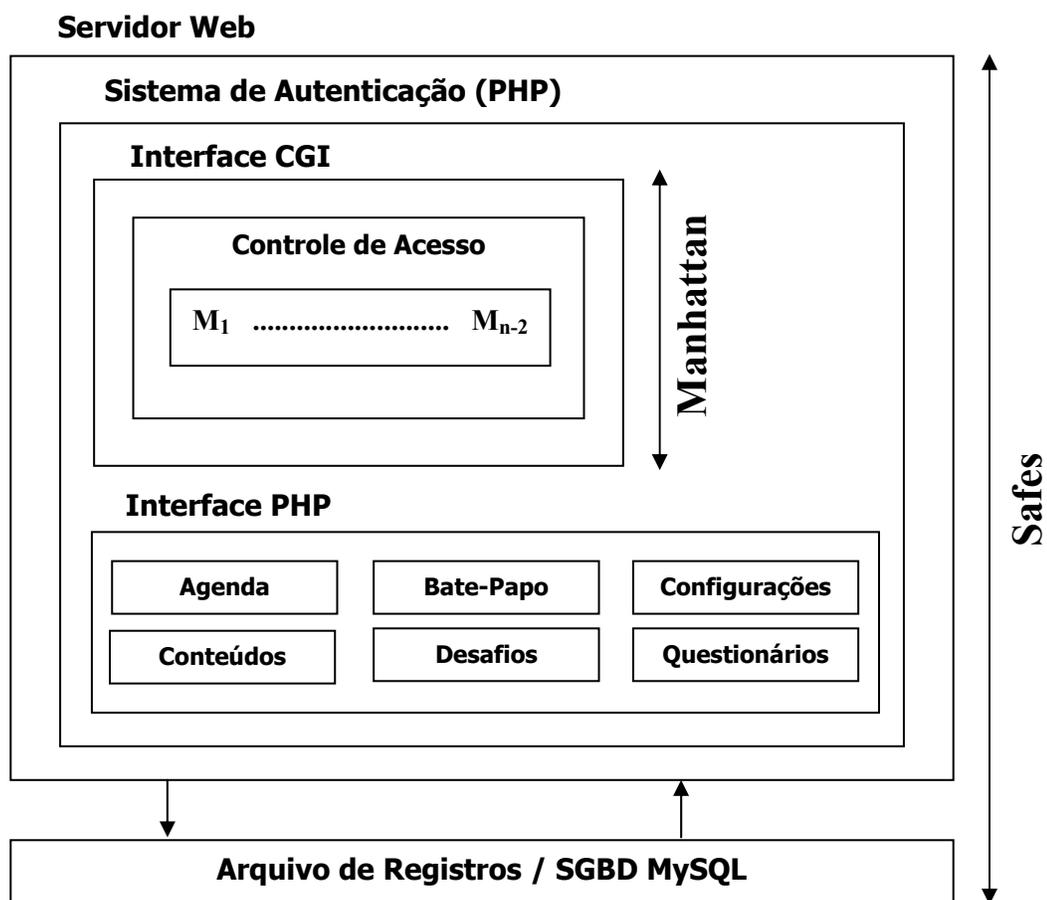


Figura 5 - Arquitetura de componentes do Safes

Comparando as Figuras 4 e 5, é possível enumerar uma série de diferenças. Como o Safes possui mais funcionalidades que o Manhattan, é natural que existam mais módulos e, por conseguinte, que a arquitetura de componentes seja um pouco maior.

As diferenças começam pelo *Sistema de Autenticação*, escrito em linguagem PHP, que é o responsável por validar o acesso dos usuários, registrando diversas informações na base de dados. Note que o *Controle de Acesso* do Manhattan ainda existe, mas ele se encontra num nível “inferior” ao do *Sistema de Autenticação*.

Outro ponto importante é que a arquitetura do Manhattan, baseada numa interface CGI, está embutida no núcleo funcional do Safes, mas com um número menor de módulos (de M_1 até M_{n-2}). Isto porque os módulos *Bate-Papo* e *Conteúdos* presentes no Manhattan foram completamente reescritos no Safes.

O Safes, como parte da implementação de alguns pontos do modelo informacional, possui uma interface PHP, composta de diversos módulos.

Por fim, vale destacar a presença do SGBD MySQL, software gratuito distribuído conforme os termos da licença *GNU General Public License*. Ele é usado para armazenamento e consulta das informações provenientes da conduta dos usuários no ambiente.

Para melhor entendimento, a Figura 6 descreve a arquitetura do Safes em camadas. Essa representação divide o Safes em 3 níveis de aplicação, que se interagem de forma hierárquica: camada de *apresentação*, camada de *aplicação* e camada de *dados*.

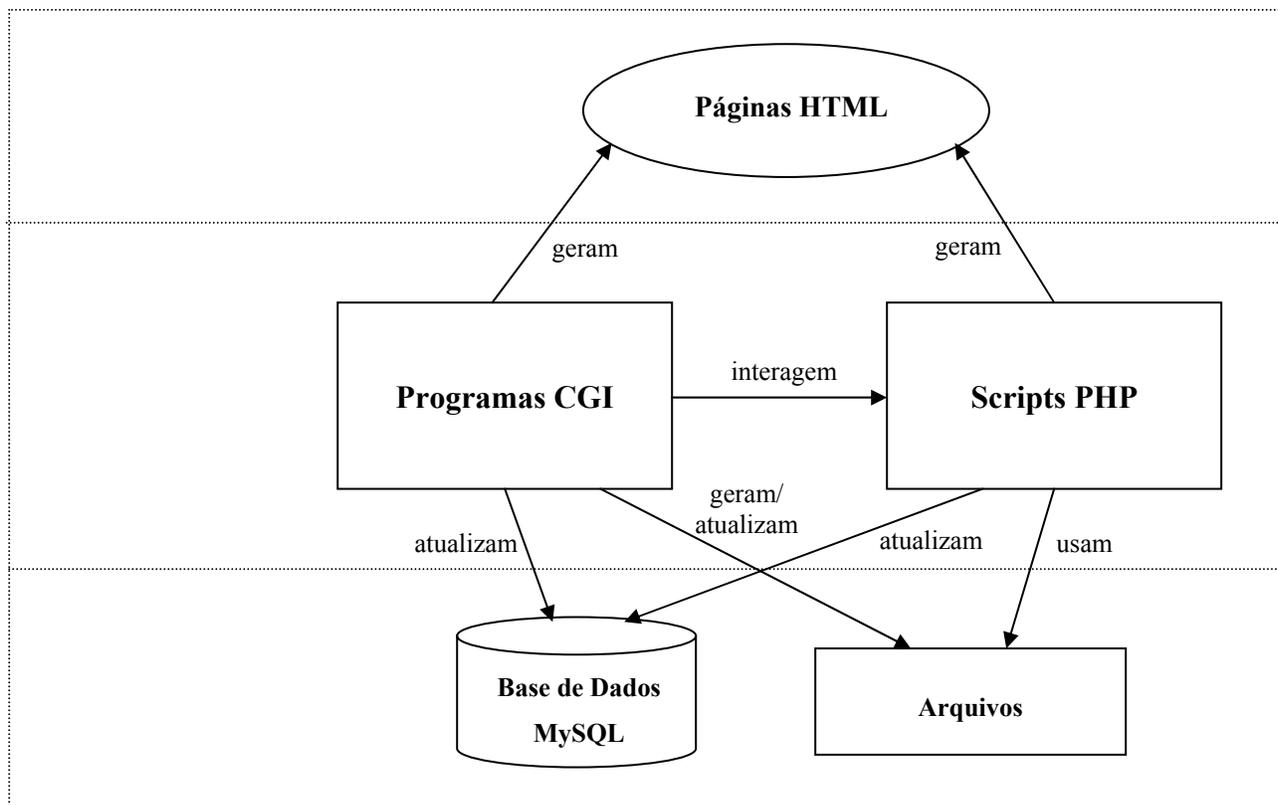


Figura 6 - Arquitetura em camadas do Safes

A camada de *apresentação* consiste na interface padrão Web (WWW) com os usuários. Esta interface, construída basicamente em PHP e HTML, permite a interação direta dos alunos e professores com o Safes. Ela é responsável por gerar páginas HTML (dinâmicas) de resposta aos usuários finais (clientes) e realizar requisições interpretadas pelo servidor Web Apache.

A camada de *aplicação* é responsável por *todas* as funcionalidades providas pelo Safes (funcionamento de todos os módulos, geração de relatórios e estatísticas, etc). Ela é composta de programas CGI (escritos em linguagem C) e *scripts* PHP. Estes programas e *scripts* oferecem todas as funcionalidades neces-

sárias à manipulação e troca de dados entre a camada de apresentação e a camada de dados. Os *scripts* PHP e alguns programas CGI acessam a base de dados MySQL, enquanto outros programas CGI permitem a escrita e a manutenção dos arquivos gerados pelos módulos.

A camada de *dados* é composta de uma base de dados (MySQL) e de arquivos. A maioria dos arquivos é gerada pelos módulos existentes no Manhattan e é armazenada nos diretórios dos usuários, abaixo do diretório raiz do curso correspondente.

5.3.1 O Sistema de Autenticação

O Sistema de Autenticação do Safes é composto de 2 partes: *scripts* PHP e *Controle de Acesso* feito pelo Manhattan.

Os *scripts* PHP são responsáveis por validar o acesso dos usuários em todas as telas do sistema. Para tanto, é utilizado o controle de sessão do PHP.

O controle de sessão em PHP provê uma forma de preservar os dados entre os acessos subseqüentes. Ele funciona da seguinte forma: quando um usuário entra no sistema, ele recebe um ID (identificador) único, que é a chave para o controle de sua sessão. Esse ID pode ser armazenado em um *cookie* (do lado do cliente) ou em um arquivo (do lado do servidor).

Então, o ambiente PHP irá verificar se um ID de sessão já foi criado para aquele acesso. Essa verificação pode ser feita:

- Automaticamente, se a *flag session.auto_start* estiver ativa;
- Com requisição explícita, usando a função *session_start()* ou
- Implicitamente, através da função *session_register()*

Se existir um ID já registrado, o ambiente daquela sessão é restaurado.

Como a maioria dos *browsers* atuais permite que o usuário bloqueie os *cookies* advindos do servidor, optou-se pelo armazenamento das sessões dos

usuários em arquivos. Dessa forma, o *Sistema de Autenticação* do Safes funciona independentemente da configuração dos *cookies* no *browser* do usuário.

O suporte a sessões permite registrar um número qualquer de variáveis, que deverão ser preservadas entre as requisições. As funções de controle de sessão estão disponíveis na versão PHP4.

No Safes, os dados armazenados em uma sessão são: o código de identificação do usuário (*codigo_de_identificacao*), o código do curso correspondente (*codigo_do_curso*), o nome do diretório do curso no servidor (*diretorio_do_curso*), o nome da chave gerada pelo Manhattan para o usuário (*chave_manhattan*), a hora na qual a página anterior foi acessada (*acesso_pagina*), o tempo de conexão até o momento (*tempo_conexao*) e a data atual (*data*).

Quando o usuário entra no sistema, todas estas informações são inseridas no arquivo correspondente à sessão e, à medida que o usuário vai caminhando no sistema, é feita uma verificação das veracidades destas informações. Ou seja, em cada tela do sistema o usuário está sendo autenticado, visto que ocorre uma comparação entre as informações constantes nos arquivos de registros do Manhattan (geralmente passadas como parâmetros) e as informações constantes no arquivo da sessão.

Caso ocorra algum erro de autenticação (por exemplo, se um aluno tentar acessar uma parte do sistema disponível apenas para o professor), o arquivo da sessão será automaticamente apagado pelo sistema. Assim, quando o usuário tentar acessar qualquer outra tela, o arquivo não estará presente e, por conseguinte, a sessão terá terminado e o usuário não mais terá permissão para continuar no sistema. A Figura 7 mostra a tela de erro de autenticação.

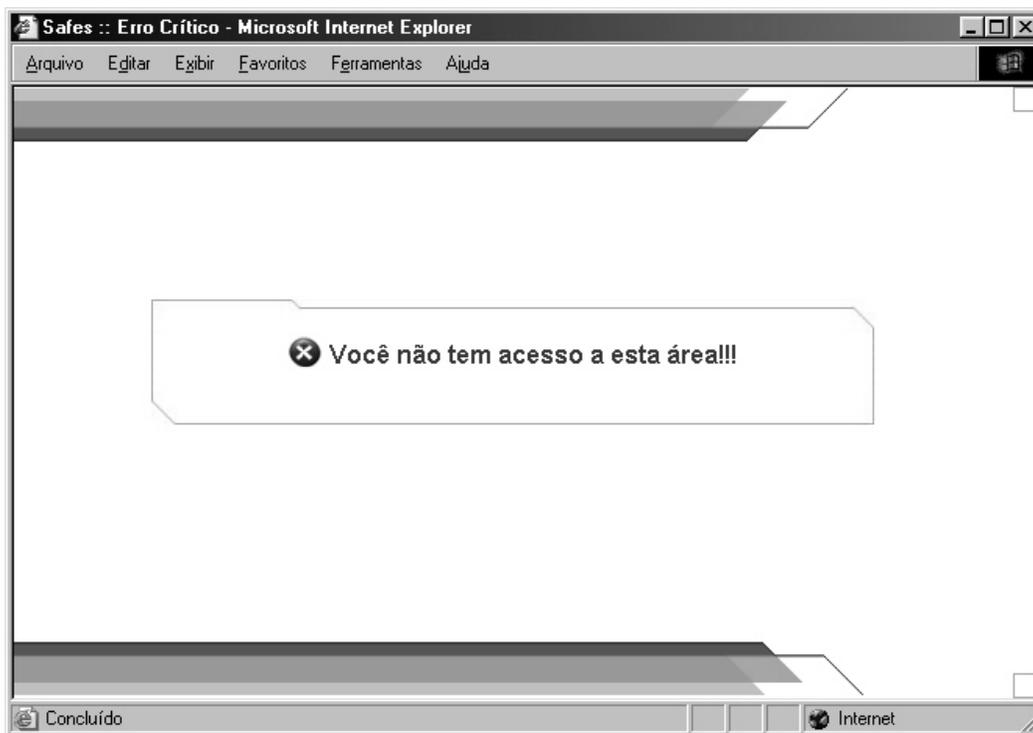


Figura 7 - Tela de erro de autenticação de um usuário

A segunda parte do *Sistema de Autenticação* do Safes é o *Controle de Acesso*, feito pelo Manhattan, através de seus programas CGI escritos em linguagem C.

Primeiramente, ocorre uma verificação se a tela de *login* ainda é válida (por segurança, o Safes estabelece um limite de tempo para a inatividade em suas páginas). Em seguida, ocorre a verificação da senha. Logo após ocorrem outras verificações, como, por exemplo, se o curso é um curso “exemplo” (*sample*), se o sistema está travado para manutenção, entre outras.

Depois disto, uma chave de autenticação (um arquivo com um identificador – *key*) é gerada de forma aleatória. A função responsável pela geração de uma nova chave ainda realiza as seguintes operações: apaga as antigas chaves do usuário em questão, gera uma nova chave para o usuário (armazenando-a num

novo arquivo *key*) e copia a nova chave para o diretório de chaves (cada curso no Manhattan tem um diretório *keys*, para armazenar as chaves geradas para os usuários). O arquivo *key* contém algumas informações sobre o usuário em questão.

Dessa forma, em cada programa CGI ocorre uma verificação da presença deste arquivo, visto que o identificador é sempre passado como parâmetro para o programa seguinte. Outra informação que é sempre passada como parâmetro nos programas CGI é o nome do diretório do curso no servidor (daí a necessidade de armazenar esta informação também no arquivo de sessão). Novamente, ocorre uma comparação entre a informação passada como parâmetro e a informação constante do arquivo *key*.

Por fim, vale ressaltar que todo programa CGI tem um script PHP correspondente, responsável por realizar a autenticação do usuário (com base no arquivo de sessão). Por exemplo: quando o usuário acessa a tela de mudança de senha (Figura 8), primeiramente o *script* PHP correspondente (arquivo *passwd_form.php*) é executado. As comparações necessárias à autenticação do usuário são realizadas e, logo após, o programa CGI *passwd_form* (arquivo *passwd_form.c*) é executado.



Figura 8 - Tela de mudança de senha

5.3.2 O módulo Agenda

No Manhattan, o módulo *Handouts/Notices* foi desenvolvido para que o professor pudesse postar avisos a todos os seus alunos. Este módulo provê comunicação unidirecional, do professor para a classe. Ou seja, somente o professor pode postar mensagens e arquivos neste módulo. Na verdade, este módulo não difere em nada dos outros módulos do Manhattan, apenas sugere o tipo de informação que o professor deveria postar.

Então, para melhorar a usabilidade do Safes, seria interessante que as mensagens aparecessem de forma mais clara para os alunos, e não que eles tivessem que entrar em um módulo apenas para ler uma notificação importante. Os avisos deveriam constar da tela inicial do curso...

Foi com este objetivo que o módulo *Agenda* foi desenvolvido para o Safes. Localizado na tela inicial do sistema (Figura 9) e desenvolvido em linguagem PHP, ele realiza o registro dos avisos diretamente na base de dados no SGBD MySQL. A tabela referente ao módulo *Agenda* é:

- **avisos**: registra os avisos de um determinado curso. Um registro desta tabela consiste em: código de identificação do aviso (campo *codigo_aviso*); código de identificação do curso (campo *codigo_curso*); assunto (ou título) do aviso (campo *assunto* – texto que aparece na tela inicial do sistema); descrição do aviso (campo *descricao*) e data/hora na qual o aviso foi inserido (campo *data*).

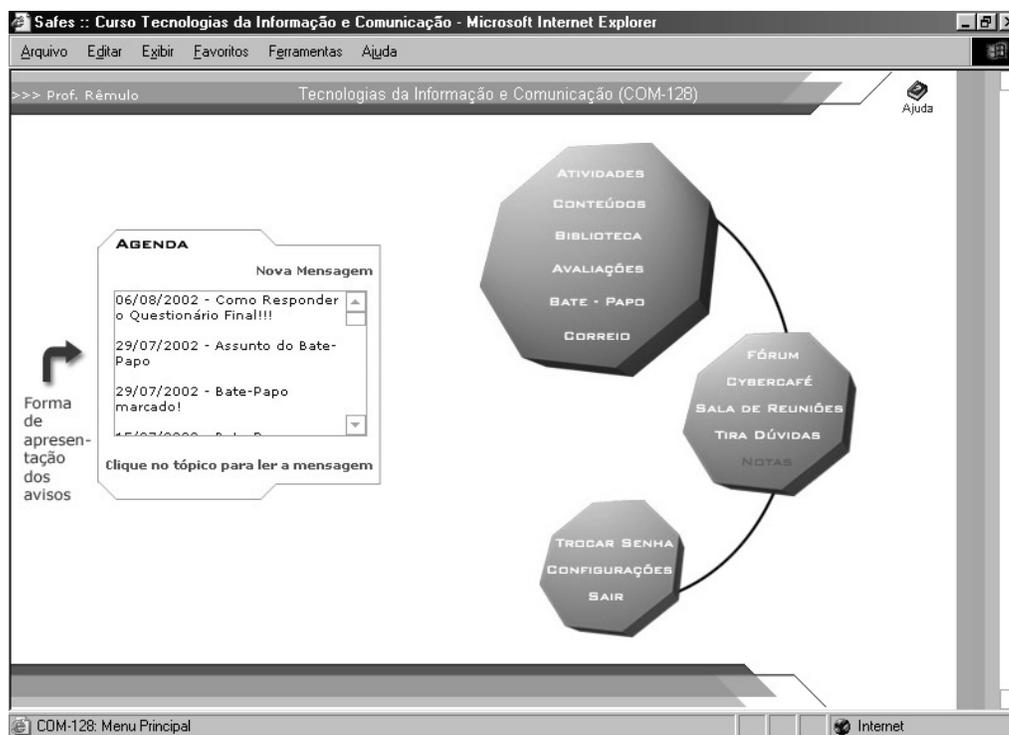


Figura 9 - Tela inicial do Safes: destaque para a forma de apresentação dos avisos no módulo *Agenda*

Na visão do professor, a *Agenda* é um módulo de simples utilização. Para inserir um novo aviso, ele deve acessar o *link Nova Mensagem* (Figura 10).

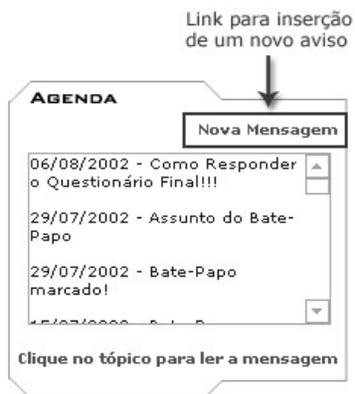


Figura 10 - Módulo *Agenda*: destaque para o *link Nova Mensagem*

Na janela que se abre (Figura 11), basta que o professor insira o assunto e a mensagem do aviso e confirme.



Figura 11 - Módulo *Agenda*: tela para inserção de um novo aviso

Por fim, o professor ainda tem as opções de alterar ou excluir determinado aviso. Para tanto, basta que ele clique no assunto (ou título) do aviso e, na janela que se abre (Figura 12), altere ou exclua o que for necessário e confirme. Aliás, esta é a diferença entre a visão do professor e a visão do aluno, apresentada na Figura 13.

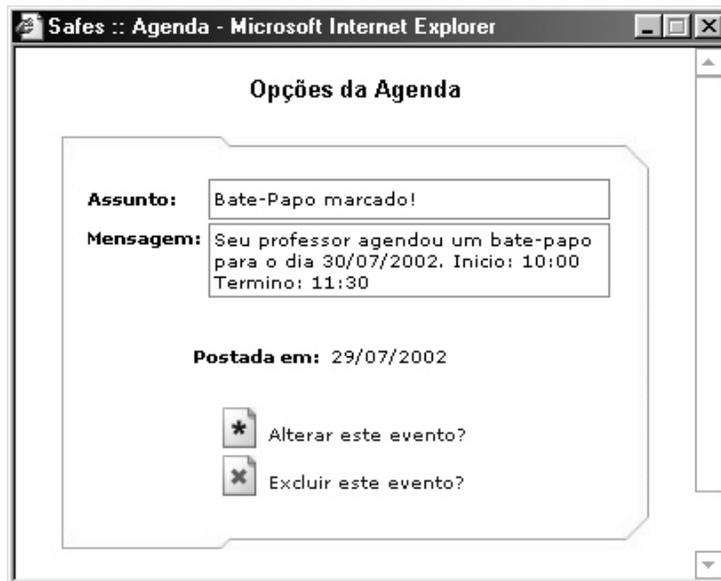


Figura 12 - Módulo *Agenda*: visão do professor

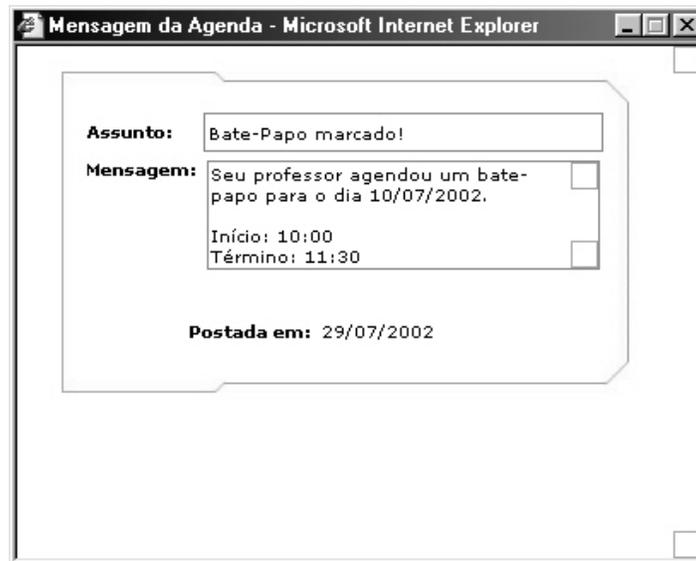


Figura 13 - Módulo *Agenda*: visão do aluno

5.3.3 O módulo Bate-Papo

O módulo *Bate-Papo* do Manhattan é o único que permite comunicação em tempo real entre os usuários. O Manhattan, na versão analisada, utiliza o *Melange Chat System* (disponível em <http://melange.terminal.at/download/>), versão 1.10, um servidor de *chats* do tipo IRC. O *Melange* inclui um servidor de *chats* escrito em C e os clientes escritos em Java. Porque os clientes são escritos em Java, os usuários não precisam de quaisquer *plug-ins* ou outros softwares adicionais (ao *browser*) – não importando o sistema operacional utilizado.

Suas principais características são:

- Sistema de permissão incluindo usuários, proprietários de canais, grupos, administradores de grupos, e administradores do *chat*;
- Sistema de canais, que podem ser abertos por qualquer usuário;
- Canais privados, para impedir ouvintes não desejados; canais de sistema, que estão sempre abertos e canal anônimo;

Os usuários que são donos de canais podem: trocar o dono do canal, mudar o nome do canal, convidar e retirar usuários do canal.

Os administradores de grupos podem: criar canais de grupos, mudar as cores do grupo, mudar o nome do canal e retirar usuários que pertencentes ao mesmo grupo;

O administrador do *chat* pode: expulsar usuários, abrir novos canais, criar canais de sistema, mudar o nome e o dono de qualquer canal (ou até fechar o canal), proibir *hosts* temporariamente ou permanentemente, mudar as configurações enquanto servidor está rodando, mudar outro parâmetro do sistema sem reiniciar o servidor, entre outros.

Apesar de todas as suas funcionalidades, o módulo *Bate-Papo* do Manhattan não permite que o professor agende um bate-papo de forma prática. Se o professor quiser marcar um bate-papo com os alunos, deve enviar uma mensagem a todos (seja no módulo *Post-Office*, seja no módulo *Handouts/Notices*), avisando a data e hora do evento. Além disso, o *Melange* não possui uma interface tão amigável (Figura 14).



Figura 14 - Tela inicial do *Melange Chat System*

Contudo, o principal problema deste módulo reside no fato de que as mensagens escritas fora do canal do curso não são armazenadas nem contabilizadas pelo Manhattan. Ou seja, quando um usuário cria um canal, todas as mensagens ali escritas estão fora do âmbito de controle do Manhattan. Para o Safes isto é um grande problema, pois os usuários poderiam estar trocando informações sobre o curso. Neste caso, haveria necessidade de armazenamento e contabilização de tais mensagens, o que não acontece no Manhattan.

Dadas as características de comunicação síncrona entre os usuários, o módulo *Bate-Papo* consiste em um elemento primordial ao modelo informacional de avaliações, uma vez que visa estimular a participação colaborativa dos alunos no sistema.

Por estas razões, um novo módulo *Bate-Papo* foi desenvolvido em linguagem PHP, realizando o registro das mensagens trocadas em um bate-papo diretamente na base de dados no SGBD MySQL. Com as mensagens armazenadas nas tabelas, é possível realizar consultas à base de dados e fazer os cálculos de performance necessários à avaliação formativa dos alunos.

As tabelas referentes ao módulo *Bate-Papo* são:

- ***acessos_chat***: registra os acessos dos alunos a um bate-papo. Um registro desta tabela consiste em: código de identificação do usuário (campo *codigo_identificacao*) e data/hora na qual o aluno entrou na sala de bate-papo (campo *data*).
- ***arquivo_chat***: armazena as informações sobre os bate-papos. Um registro desta tabela consiste em: código de identificação do bate-papo agendado (campo *codigo_arquivo*); código de identificação do curso correspondente (campo *codigo_curso*); datas de início e término do bate-papo (campos *data_inicio* e *data_termino*, respectivamente) e código de identificação do aviso correspondente (campo *codigo_aviso*).
- ***chat***: armazena as mensagens trocadas nos bate-papos. Um registro desta tabela consiste em: código de identificação da mensagem (campo *codigo_mensagem*); código de identificação do curso correspondente (campo *codigo_curso*); data da mensagem (campo *data*); código de identificação do remetente da mensagem (campo *codigo_identificacao*); *login* do remetente da mensagem (campo *origem*); destinatário da mensagem (campo *destino*); texto da mensagem (campo *mensagem*); *flag* de mensagem reservada (campo *reservadamente* – onde 1 indica que a mensagem foi trocada de modo reservado e 0 indica o contrário) e *flag* de arquivamento de mensagem (campo *arquivar* – onde 1 indica que a mensagem faz parte de um bate-papo agendado e 0 indica o contrário).

- **nicks**: armazena informações úteis sobre os usuários que estão na sala de bate-papo. Um registro desta tabela consiste em: código de identificação do usuário (campo *codigo_identificacao*); código de identificação do curso correspondente (campo *codigo_curso*); *nick* usado na sala de bate-papo (campo *nick*); data/hora da última mensagem lida pelo usuário (campo *data_ultima*) e código de identificação da última mensagem lida (campo *ultima_lida*).

Além de armazenar todas as mensagens trocadas pelos usuários, o módulo *Bate-Papo* possui um subsistema de agendamento de bate-papos. O objetivo deste subsistema é prover maiores facilidades para o professor agendar um bate-papo, bem como comunicar a data do evento para os alunos.

Através da definição das tabelas, é possível notar que o módulo *Bate-Papo* está, de certa forma, atrelado ao módulo *Agenda*, uma vez que a tabela ***arquivo_chat*** contém um campo *codigo_aviso*. Através desta conexão é que o professor comunica os alunos que ele acaba de agendar um bate-papo.

Dessa maneira, quando o professor agenda um bate-papo, o Safes automaticamente insere um aviso na *Agenda*, informando aos alunos a data do evento e a sua duração (especificando as horas de início e término).

Vale ressaltar ainda que um bate-papo agendado pelo professor é uma discussão que tem relação direta com o curso e, conseqüentemente, com o aprendizado dos alunos. Ainda, que o professor participará deste evento como mediador. Por outro lado, os alunos podem acessar o módulo *Bate-Papo* a qualquer hora e se comunicarem, tratando de assuntos que podem ou não ser pertinentes ao curso. Por isso, o Safes *analisa apenas as mensagens trocadas em bate-papos agendados previamente pelo professor*.

Outra característica importante do módulo *Bate-Papo* é a presença de um *histórico dos bate-papos já realizados*. Como somente as mensagens trocadas em um bate-papo agendado são úteis para a avaliação formativa dos alunos,

só faz sentido existirem históricos de bate-papos agendados. O objetivo do histórico é permitir que os alunos que porventura não compareceram ao bate-papo também tenham conhecimento dos assuntos que foram discutidos naquele evento. Com isso, o Safes procura minimizar a perda de informações por parte dos alunos faltosos e, de certa forma, auxiliar na aquisição de conhecimentos por parte dos mesmos.

A tela inicial do módulo *Bate-Papo*, na visão do professor, contém os *links* para todas as funcionalidades do módulo. O professor tem as opções de entrar na sala de bate-papo, agendar um bate-papo, ver uma lista dos bate-papos já agendados, ver uma lista do histórico dos bate-papos já realizados, com *links* para os históricos correspondentes e a opção de reordenar as listas. A Figura 15 mostra a tela inicial do módulo *Bate-Papo*, na visão do professor.

Para agendar um novo bate-papo, o professor deve acessar o *link Agendar Bate-Papo* (Figura 16).

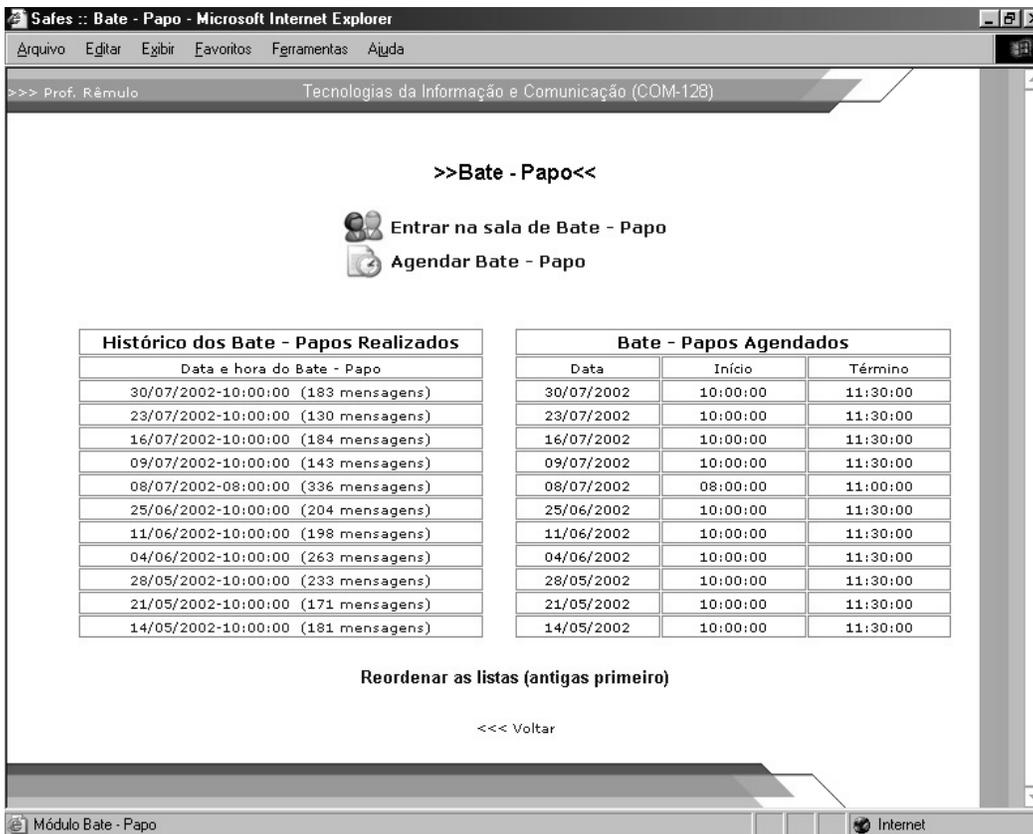


Figura 15 - Tela inicial do módulo *Bate-Papo*: visão do professor

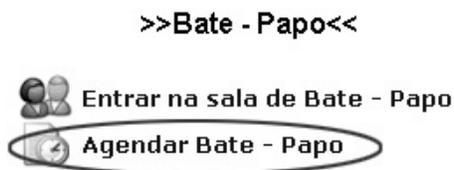


Figura 16 - Módulo *Bate-Papo*: destaque para o link *Agendar Bate-Papo*

Na janela que se abre (Figura 17), o professor encontra as opções do subsistema de agenda do módulo *Bate-Papo*: inserir, alterar e excluir bate-papo da agenda.



Figura 17 - Módulo *Bate-Papo*: tela inicial do subsistema de agenda

A Figura 18 apresenta a tela de agendamento de um bate-papo. Nela, basta que o professor insira a data e as horas de início e término e confirme.



Figura 18 - Módulo *Bate-Papo*: tela de agendamento de um bate-papo

A visão dos alunos difere da visão do professor, à medida que os alunos não têm acesso ao subsistema de agendamento de bate-papos. Assim, as funcionalidades disponíveis aos alunos são apenas a entrada na sala de bate-papo e a consulta aos históricos dos bate-papos já realizados. A Figura 19 mostra a tela inicial do módulo *Bate-Papo*, na visão dos alunos.

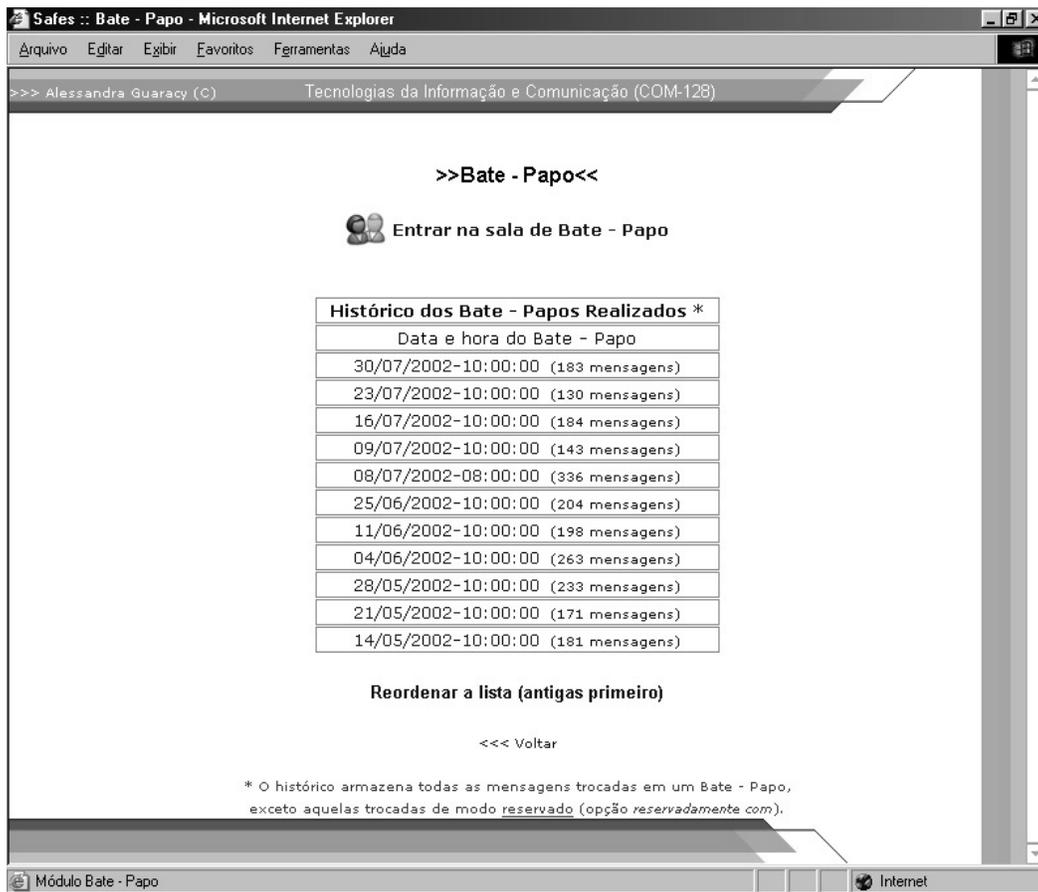


Figura 19 - Tela inicial do módulo *Bate-Papo*: visão dos alunos

As Figuras 20 e 21 mostram, respectivamente, a sala de bate-papo e o histórico dos bate-papos já realizados. Por fim, convém ressaltar que o bate-papo no Safes funciona utilizando o recurso de *refresh* do *browser*, ou seja, a cada 15 segundos a página é recarregada, para a exibição das novas mensagens.

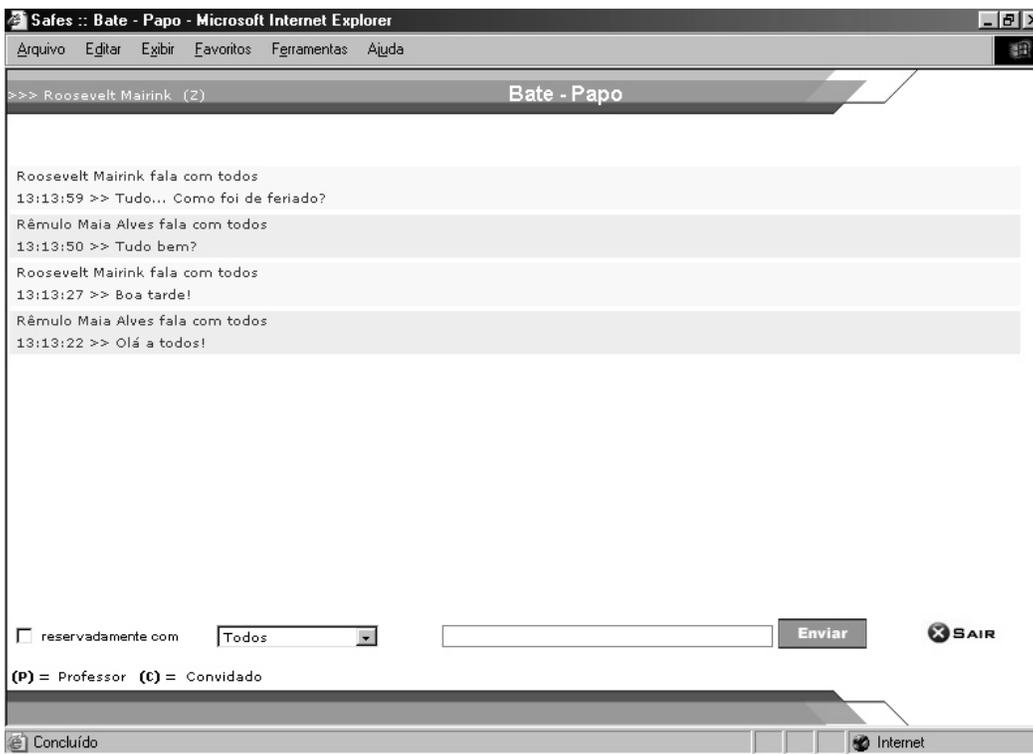


Figura 20 - Sala de bate-papo



Figura 21 - Histórico dos bate-papos realizados

5.3.4 O módulo de Conteúdos

No Manhattan, o módulo de *Conteúdos (Lectures)* consiste em um módulo de troca de mensagens, onde o professor envia uma mensagem aos alunos com o(s) conteúdo(s) em anexo, ou no corpo da mensagem. Contudo, este módulo não apresenta diversas características fundamentais para a implementação do modelo informacional. Por exemplo, o Manhattan não guarda registros sobre o acesso ao material (capítulos, submódulos, *links* para *download*) que compõe os conteúdos

do curso, ou seja, os programas CGI escritos em linguagem C não registram em seus arquivos de *log* o número de vezes que determinado usuário (aluno ou professor) teve acesso aos materiais de estudo.

A contabilização destes acessos é um quesito de grande valia para a avaliação formativa dos alunos. Usando este cálculo podemos rastrear a conduta dos alunos através dos materiais do curso e saber realmente se eles acessaram os módulos e submódulos, quando e quantas vezes isso ocorreu e, ainda, se eles realizaram algum *download*.

Dessa forma, um novo módulo de *Conteúdos* foi desenvolvido em linguagem PHP, realizando o registro do acesso aos materiais de estudo diretamente na base de dados no SGBD MySQL. Com os dados (registros) armazenados nas tabelas, é possível realizar consultas à base de dados e gerar relatórios sobre a conduta dos alunos em relação aos conteúdos do curso.

As tabelas referentes ao módulo de *Conteúdos* são:

- ***acessos_conteudo***: registra os acessos a um determinado conteúdo. Um registro desta tabela consiste em: código de identificação do usuário (campo *codigo_identificacao*); tipo de conteúdo acessado (campo *tipo*, onde 0 indica acesso a um módulo, 1 indica acesso a um submódulo e 2 indica *download*); data/hora na qual o conteúdo foi acessado (campo *data*) e qual conteúdo foi acessado (campo *codigo_tipo_conteudo*).
- ***downloads***: armazena os *links* para os *downloads* dos conteúdos do curso. Um registro desta tabela consiste em: nome do arquivo (campo *nome*); descrição do *link* (campo *descricao*); URL do *link* (campo *url*) e código de identificação do curso correspondente (campo *codigo_curso*).
- ***modulos***: armazena as informações sobre os módulos dos conteúdos do curso. Um registro desta tabela consiste em: código de identificação do módulo (campo *codigo_modulo*); código de identificação do curso correspon-

dente (campo *codigo_curso*); nome ou descrição do módulo (campo *descricao*); posição do módulo (campo *posicao* – permite a ordenação dos módulos na tela); nome do arquivo do módulo (campo *html*); nome do arquivo para *download* (campo *download*) e indicador de disponibilidade (campo *disponivel*).

- **submodulos**: armazena as informações sobre os submódulos dos conteúdos do curso. Um registro desta tabela consiste em: código de identificação do submódulo (campo *codigo_submodulo*); código de identificação do módulo correspondente (campo *codigo_modulo* – indica a qual módulo o submódulo em questão se refere); nome ou descrição do submódulo (campo *descricao*); posição do submódulo (campo *posicao* – permite a ordenação dos submódulos na tela); nome do arquivo do submódulo (campo *html*); nome do arquivo para *download* (campo *download*) e indicador de disponibilidade (campo *disponivel*).

A Figura 22 mostra a tela inicial do módulo de Conteúdos, na visão dos alunos.

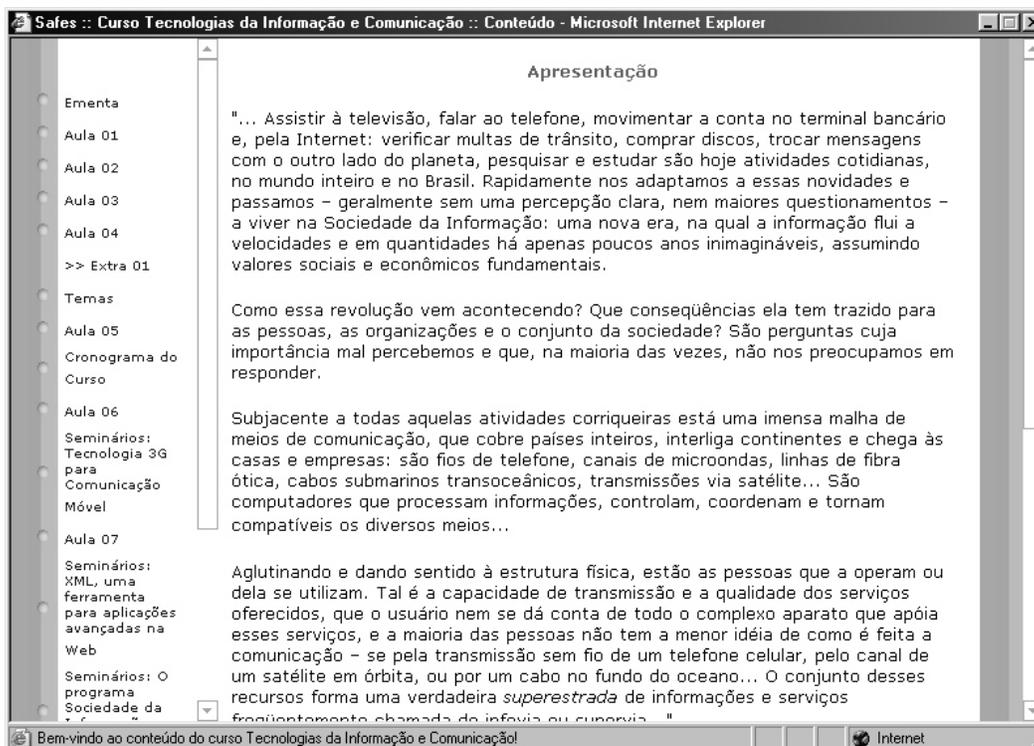


Figura 22 - Módulo de *Conteúdos*: visão dos alunos

A visão do professor difere da visão dos alunos, pois o professor tem a opção de habilitar (ou desabilitar) determinado conteúdo para os alunos. Para tanto, basta que ele marque (ou desmarque) o *checkbox* correspondente, depois clique no botão *Atualizar*. A Figura 23 mostra a tela do módulo de Conteúdos, na visão do professor.

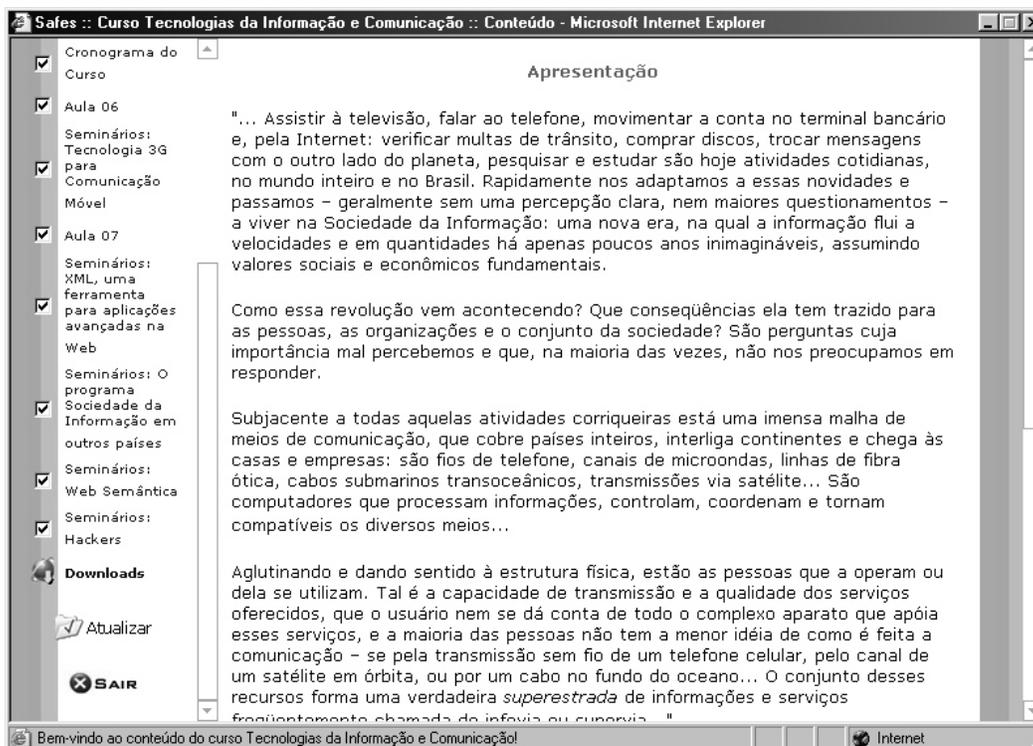


Figura 23 - Módulo de *Conteúdos*: visão do professor

Para implementar esta opção utilizou-se o campo *disponível*, presente nas tabelas **módulos** e **submódulos**. Quando o professor marca (desmarca) um *checkbox*, modificamos o valor do campo *disponível* para 1 (0), o que indica que o módulo ou submódulo está disponível (indisponível) para os alunos. Dessa forma, quando a tela inicial é carregada, é feita uma verificação, para cada módulo e submódulo, da disponibilidade do referido conteúdo.

O professor também pode disponibilizar os arquivos correspondentes aos materiais de estudo para *download*. Dessa forma, os alunos podem escolher se desejam ler os conteúdos do curso de forma *on-line* ou *off-line*. A Figura 24 mostra como a lista dos arquivos para *download* aparece neste módulo.

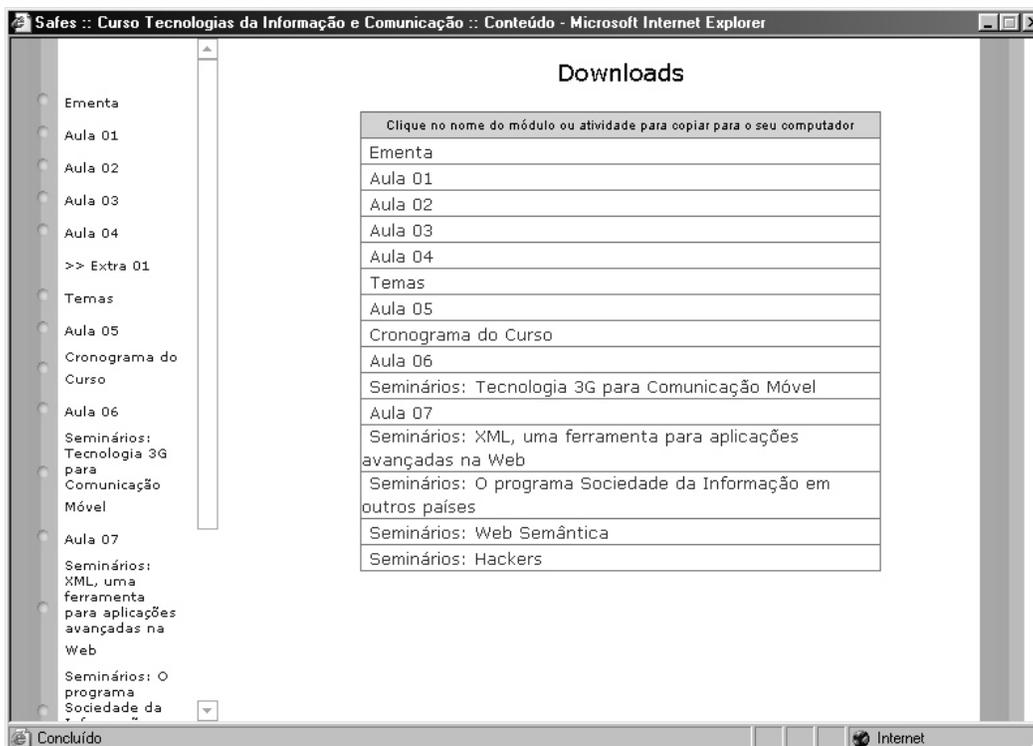


Figura 24 - Módulo de *Conteúdos*: lista de arquivos para *download*

O rastreamento da conduta dos alunos no módulo de *Conteúdos* é feito através de uma variável de sessão. Como a tela inicial aparece em uma nova janela, *uma nova sessão é iniciada quando o usuário acessa este módulo*. Caso isto não ocorresse, ou seja, se continuássemos utilizando uma única sessão, a contabilização do tempo de conexão do usuário no módulo de *Conteúdos* ficaria comprometida: o usuário poderia alternar a navegação entre a janela principal e a janela dos conteúdos, o que geraria uma inconsistência neste cálculo.

Por fim, a administração dos materiais disponibilizados aos alunos no módulo de *Conteúdos* é feita através do módulo de *Configurações*, seção *Conteúdos*. Neste local do sistema, disponível apenas para o professor, é possível ca-

dastrar e consultar os módulos e submódulos dos conteúdos. A Figura 25 mostra a tela inicial do módulo de *Configurações* (vide as opções da seção *Conteúdos*).

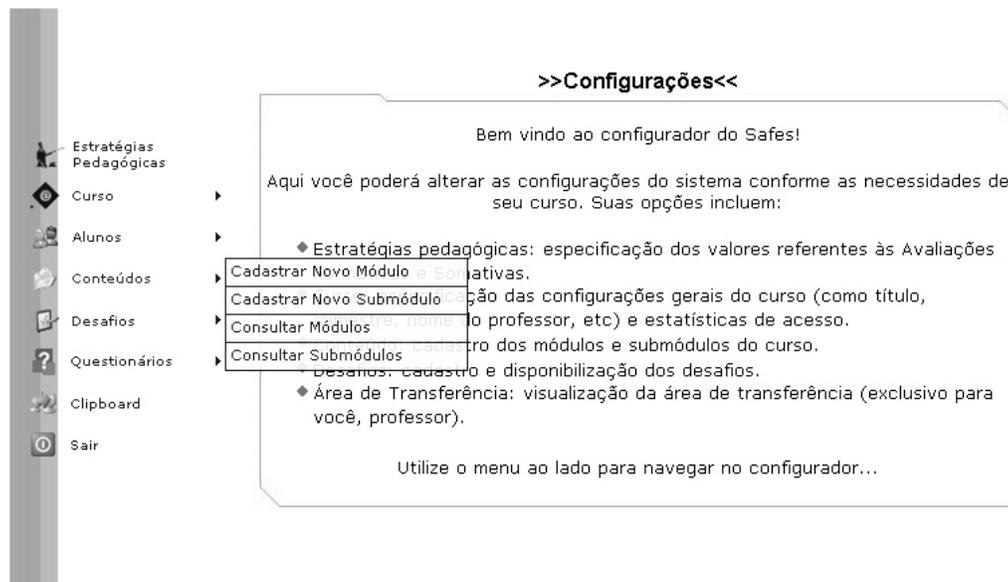


Figura 25 - Módulo de *Configurações*: destaque para a seção *Conteúdos*

5.3.5 O módulo de *Desafios*

Os desafios são testes rápidos sobre o capítulo em questão, localizados ao final do conteúdo do capítulo. Do ponto de vista da Avaliação Formativa, este módulo visa complementar o módulo de *Conteúdos*, porque apenas contabilizar se os alunos acessaram (ou não) os capítulos do curso não é uma boa métrica de avaliação. Os alunos poderiam simplesmente clicar no capítulo correspondente e, logo a seguir, fecharem a página. Assim, eles “ganhariam pontos” sem ter lido o conteúdo...

É bem verdade que é muito difícil assegurar que os alunos leram determinado conteúdo, ainda mais em um curso ministrado na Web. Portanto, o mó-

dulo de *Desafios* apresenta-se como uma alternativa interessante à resolução desta questão. Além disso, os desafios podem ser vistos como uma tentativa de “obrigar” os alunos a lerem o conteúdo, pois é bastante improvável que eles saibam responder à questão proposta pelo desafio sem ter lido o conteúdo. Por isso é que os desafios estão presentes no modelo informacional de avaliações.

Este módulo também foi desenvolvido em linguagem PHP, realizando o registro dos desafios e das respostas dos alunos diretamente na base de dados no SGBD MySQL.

As tabelas referentes ao módulo de *Desafios* são:

- ***alunos_desafios***: registra se cada aluno já respondeu a um determinado desafio e se o professor já corrigiu as respostas enviadas. Um registro desta tabela consiste em: código de identificação do usuário (campo *codigo_identificacao*); código de identificação do desafio (campo *codigo_desafio*); *flag* que indica se o desafio já foi respondido pelo aluno (campo *respondido*) e *flag* que indica se o desafio já foi corrigido pelo professor (campo *corrigido*).
- ***alunos_desafios_respondidos***: registra as respostas de cada aluno para um determinado desafio, os eventuais comentários feitos pelo professor e a nota obtida. Um registro desta tabela consiste em: código de identificação do usuário (campo *codigo_identificacao*); código de identificação do desafio (campo *codigo_desafio*); resposta do aluno (campo *resposta*); comentário feito pelo professor (campo *comentario*) e nota obtida pelo aluno (campo *nota_desafio*).
- ***desafios***: registra os desafios propriamente ditos, relacionando-os aos módulos correspondentes. Um registro desta tabela consiste em: código de identificação do módulo correspondente (campo *codigo_modulo*); código de identificação do desafio (campo *codigo_desafio*); descrição do desafio (campo

descricao); número do desafio (campo *posicao*) e *flag* que indica se o desafio é obrigatório ou não (campo *obrigatorio*).

Os desafios aparecem para os alunos dentro dos *Conteúdos*. Como cada desafio está atrelado a um módulo, o(s) desafio(s) aparece(m) para os alunos logo abaixo das páginas do módulo correspondente. A Figura 26 mostra um exemplo de módulo que contém um desafio.

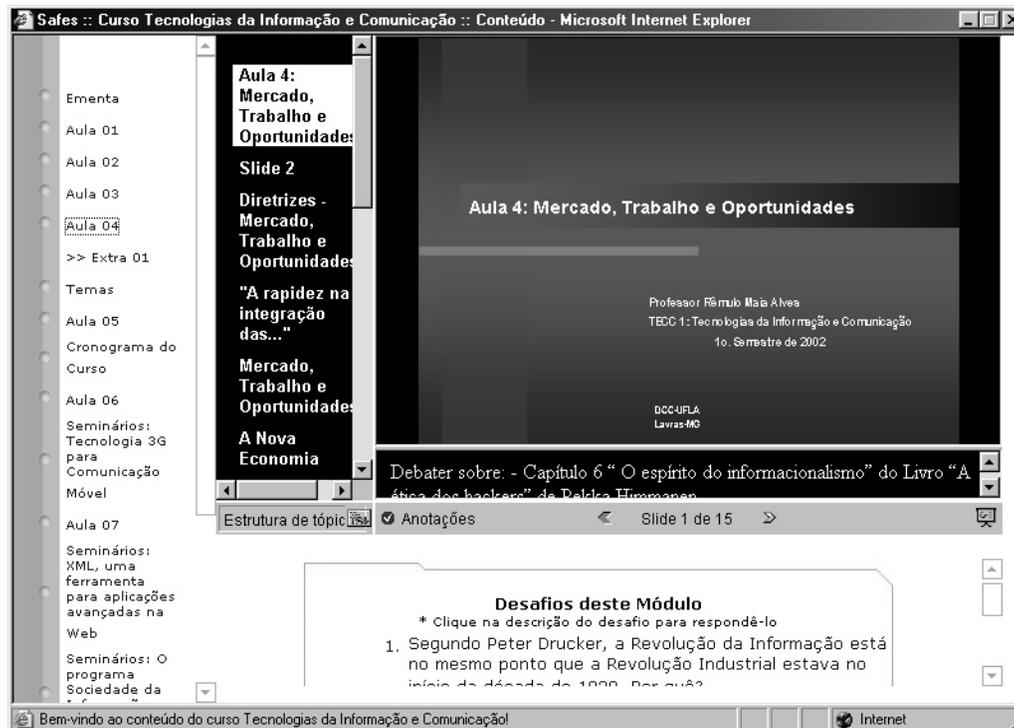


Figura 26 - Modo de exibição dos desafios, dentro do módulo de *Conteúdos*

Para responder ao desafio, basta que o aluno clique na descrição do mesmo para que uma janela se abra (Figura 27). Nesta janela existe um espaço para que ele digite sua resposta e a envie.

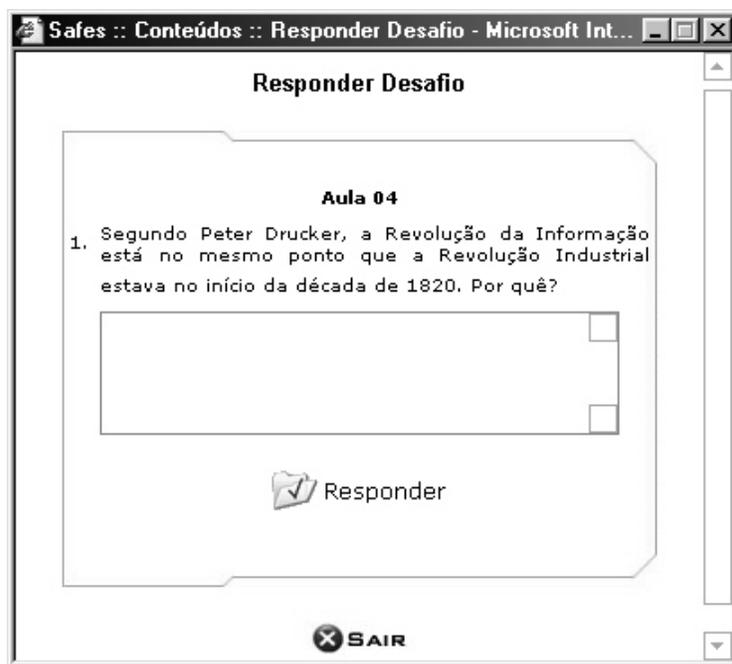


Figura 27 - Respondendo a um desafio

A administração dos desafios é feita através do módulo de *Configurações*, seção *Desafios*. Neste local do sistema, disponível apenas para o professor, é possível cadastrar desafios, habilitar os desafios para os alunos, corrigir os desafios e consultar os desafios já respondidos e os já corrigidos. A Figura 28 mostra a tela inicial do módulo de *Configurações* (vide as opções da seção *Desafios*).

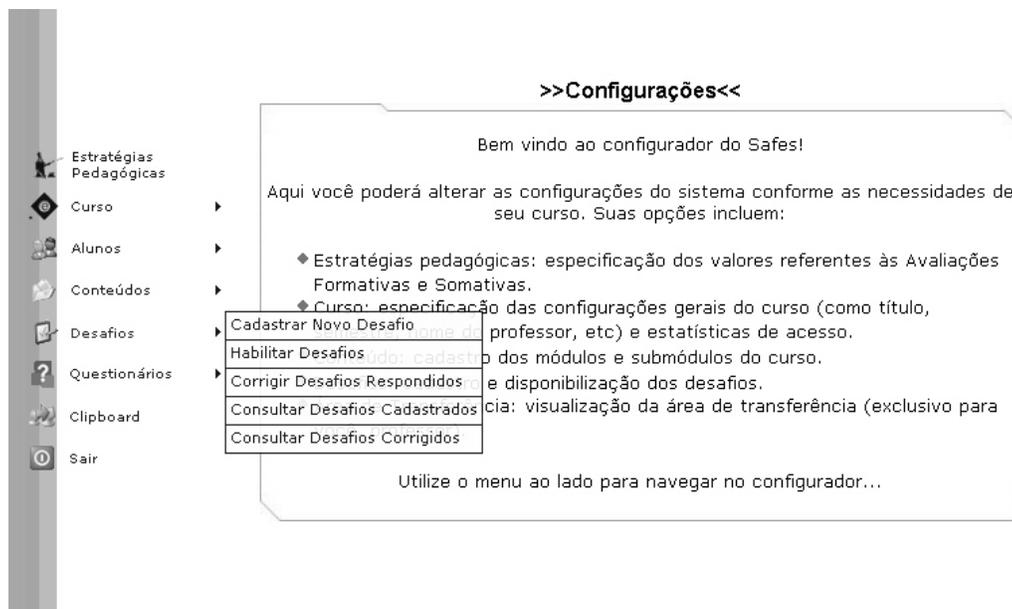


Figura 28 - Módulo de *Configurações*: destaque para a seção *Desafios*

Convém destacar a importância da opção *Habilitar Desafios* para os alunos. Portanto, para o professor, não basta cadastrar o desafio: é preciso também habilitá-lo. Internamente, este processo consiste apenas em preencher a tabela **alunos_desafios**, pois é com base nos registros desta tabela que o sistema faz todos os controles do módulo de *Desafios*.

Por fim, a Figura 29 mostra as estatísticas que o Safes disponibiliza para o professor em relação aos desafios (vide opção *Corrigir Desafios Respondidos*), onde *Total* indica o número total de desafios a serem corrigidos, *Rec* indica o número de desafios recebidos e *Corrig* indica, dentre os recebidos, o número de desafios corrigidos.

Desafios	Total	Rec	Corrig	Faltam
Aula 04 - Desafio 1	19	2	2	0
Aula 04 - Desafio 2	19	2	1	1
Aula 05 - Desafio 1	19	4	3	1
Aula 06 - Desafio 1	19	2	1	1
Aula 06 - Desafio 2	19	1	1	0

Figura 29 - Módulo *Desafios*: estatísticas sobre a correção

5.3.6 Registrando os acessos ao sistema

No modelo informacional de avaliações, elucidado no Capítulo 4, um dos comportamentos que os alunos devem ter, a fim de progredirem no aprendizado, é a assiduidade no ambiente virtual. Se na forma presencial de ensino os alunos devem comparecer às aulas todos os dias, sob pena de comprometer o processo de aprendizagem, no caso do EaD a história não é diferente. Assim, o ambiente virtual de ensino deve ser capaz de registrar com precisão quando os alunos acessaram o sistema, ou quantas vezes isto ocorreu.

O Manhattan registra os acessos ao sistema em um arquivo denominado *access.log*, localizado no diretório dos usuários. Cada usuário que tenha acessado o sistema terá um arquivo *access.log* em seu diretório. Contudo, além de saber quando determinado aluno acessou o sistema, seria interessante saber também por quanto tempo o aluno permaneceu no sistema. Por exemplo, um aluno pode entrar 20 vezes no sistema em um dia, mas permanecer conectado apenas cinco segundos. Em termos de aprendizado, é claro que o aluno não adquiriu qualquer conhecimento. Outro exemplo, um aluno pode ter entrado no sistema em todos os dias da semana, mas permanecido apenas cinco segundos. Novamente, o aprendizado não ocorreu.

Dessa forma, o tempo de conexão, ou o tempo de permanência no sistema é um fator primordial na avaliação formativa dos alunos. Esta contagem o Manhattan não faz.

Por isso, o Safes foi construído de forma a contabilizar o tempo de conexão de cada usuário do sistema. Para tanto, utilizou-se novamente o controle de sessão do PHP, explicitado na seção 5.3.1. Como em cada página do sistema existe o controle de autenticação, nada mais natural do que utilizar o controle de sessão no cálculo do tempo de conexão dos usuários.

Portanto, além de armazenar os dados úteis ao *Sistema de Autenticação*, o arquivo de sessão possui alguns outros dados exclusivamente para contabilizar o tempo de conexão, a saber: a hora na qual a página anterior foi acessada (*acesso_pagina*), o tempo de conexão até o momento (*tempo_conexao*) e a data atual (*data*).

O cálculo do tempo de conexão é feito da seguinte forma: quando um usuário entra no sistema, o valor dos campos *acesso_pagina* e *tempo_conexao* é zero. A data/hora atual também é armazenada. Quando o usuário carrega uma página qualquer, o sistema consegue calcular qual o tempo que o usuário ficou conectado na página anterior, pois:

$$t = (x - y) + z, \text{ onde } \left\{ \begin{array}{l} t \text{ é o tempo de conexão,} \\ x \text{ é a hora atual (calculada dinamicamente no script PHP),} \\ y \text{ é a hora em que a página anterior foi acessada (armazenada na sessão: campo } \textit{acesso_pagina}), \\ z \text{ é o tempo de conexão até o momento (armazenado na sessão: campo } \textit{tempo_conexao}) \end{array} \right.$$

Depois deste cálculo, o sistema atualiza o valor do campo *tempo_conexao* na sessão, pois este é o tempo de conexão até o momento (entrada para o cálculo na próxima página que o aluno acessar). Além disso, o Safes deve, a todo o momento, registrar tais informações na base de dados no SGBD MySQL, pois o arquivo de sessão é um arquivo temporário (por exemplo, se ocorrer um erro de autenticação, o arquivo da sessão é apagado do sistema). Com os dados (registros) armazenados em uma tabela, é possível realizar consultas à base de dados e gerar relatórios sobre a conduta dos alunos em relação aos acessos ao sistema.

A tabela referente ao cálculo do tempo de conexão é a *tempo_conexao*. Um registro desta tabela consiste em: código de identificação do usuário (campo *codigo_identificacao*); código de identificação do curso correspondente (campo *codigo_curso*); data/hora do acesso ao sistema (campo *data*) e o tempo de conexão do usuário (campo *tempo_conexao*).

Uma observação final: o sistema deve considerar o tempo de conexão e o número de conexões realizadas não como métricas distintas, mas sim como dependentes. Por exemplo, sejam duas situações: um aluno que entrou no ambiente uma única vez (portanto, só realizou uma conexão), mas permaneceu por 12 horas; e um outro aluno, que entrou no ambiente muitas vezes (portanto, realizou várias conexões), mas permaneceu por pouco tempo. Qual destes participou mais?

Analisando estas situações, percebe-se claramente que não é fácil avaliar de forma coerente estes alunos, se considerarmos o tempo de conexão e o número de conexões como fatores independentes. O primeiro aluno “ganharia mais pontos” por ter permanecido por muito tempo no ambiente, mas “perderia pontos” por não ter realizado várias conexões. O segundo aluno “ganharia mais pontos” por ter realizado várias conexões, mas “perderia pontos” por não ter permanecido por muito tempo no ambiente.

Portanto, quando do fechamento das notas dos alunos, o sistema deve levar em consideração este fator, a fim de não prejudicar, ou de avaliar incorretamente os alunos.

5.3.7 O algoritmo de Baeza-Yates

Como última parte da estrutura analítica da implementação do modelo informacional, o passo seguinte foi o estudo de algoritmos de casamento de padrões, para a implementação do índice de relevância das mensagens postadas no sistema. A idéia é procurar mensurar a importância das mensagens postadas pelos alunos, quantificando quão relevante é a mensagem no contexto do curso ministrado. É um critério de suma importância, pois permite ao professor a avaliação da aquisição de conhecimento de cada aluno.

Primeiramente, faz-se necessário entender o que é o casamento de padrões, como forma de justificar a sua participação no modelo informacional. De forma geral, o problema consiste em encontrar onde um padrão (ou cadeia de caracteres) ocorre em um determinado texto. Quando não se permitem “erros” ou diferenças entre as palavras, diz-se que o casamento deve ser perfeito, ou que se trata de uma *busca exata* (*exact string matching*). Por outro lado, quando se permite um número limitado de “erros” ou diferenças entre as palavras, diz-se que o casamento é imperfeito, ou que se trata de uma *busca aproximada* (*approximate string matching*).

No caso da *busca aproximada*, existem vários tipos diferentes de modelo de erros, que definem quão diferentes duas palavras podem ser. A idéia básica é minimizar esta “distância” entre as palavras, quando uma delas pode ser considerada uma variação errônea da outra, conforme o modelo utilizado.

No Safes optou-se pela implementação de um algoritmo de *busca aproximada*. Isto porque a aproximação compromete menos a análise das mensagens, não “obrigando” o aluno a escrever conforme o sistema queira. Por exemplo,

suponha que o sistema considere que a palavra *programação* é importante (ou relevante) para um determinado curso. Se um aluno deste curso escreve *programacao* em uma de suas mensagens, é claro que o sistema deveria considerar que o aluno escreveu corretamente (ainda mais se considerarmos que existem sistemas operacionais que não permitem o uso de acentuação). Se o sistema utilizasse um método de *busca exata*, a palavra seria considerada “incorreta”, ou irrelevante na mensagem em questão. Daí a necessidade de utilização da *busca aproximada*.

Vários algoritmos já foram desenvolvidos para resolver este problema. Os tempos de execução têm variado entre $O(mn)$ (método da força bruta) até $O(kn)$ ou $O(n \log m)$, segundo [Baeza-Yates & Perleberg (1996)]. Na implementação do Sufes, considerou-se o algoritmo de Baeza-Yates e Perleberg, devido a sua eficiência em termos de tempo de execução e à relativa facilidade de implementação. Consiste em um algoritmo de casamento de padrões, onde são permitidos k “erros” (*mismatches*). O problema consiste em encontrar todas as ocorrências de um padrão $P = p_1 p_2 p_3 \dots p_m$ em um texto $T = t_1 t_2 t_3 \dots t_n$, tal que existam, no máximo k *mismatches* (caracteres diferentes), para cada ocorrência de P em T . Quando $k = 0$ (ocorrência exata do padrão no texto), trata-se de um problema de *busca exata*, resolvido em um tempo de $O(n)$.

O tempo de execução deste algoritmo é, no pior caso:

- $O(n)$, se todos os caracteres p_i em P forem distintos, ou
- $O(n + R)$, se existirem caracteres repetidos em P ; onde R é o número total de pares ordenados de posições coincidentes entre P e T .

A complexidade de espaço deste algoritmo é $O(2m + |\Sigma|)$, onde Σ é o alfabeto (composto de caracteres ASCII).

Vamos começar a descrição do algoritmo pelo melhor (e mais prático) caso: quando todos os caracteres de P são distintos. Neste caso, cada caractere em P tem uma distância relativa ao início de P e, toda vez que um caractere de P é encontrado em T , a posição do início desta instância de P é determinada diretamente. Um vetor de tamanho igual ao do alfabeto pode ser usado para indicar a distância de cada caractere do início de P . Se um caractere não estiver em P , um valor especial (*flag*) pode ser utilizado.

Considere que existe um contador c_i para todo t_i . Os contadores são iniciados em zero e, como cada caractere de T é lido e examinado, sua distância (se for um caractere pertencente a P) é utilizada para encontrar o contador no começo desta instância de P . Logo após, o contador é incrementado.

Se existir uma instância de P com $k=0$, ou seja, uma *busca exata*, o contador da posição desta instância de P será incrementado m vezes. O número de *mismatches* é igual a m menos o valor do contador. Se este valor foi menor ou igual a k , então um erro será reportado. Apenas m contadores são necessários por vez. Por isso, os contadores podem ser implementados como um vetor circular de tamanho m . A Figura 30 demonstra esta idéia.

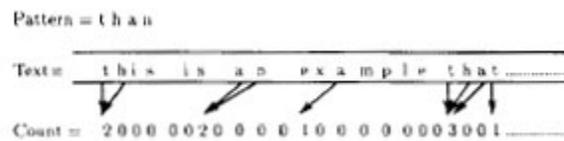


Figura 30 - Exemplo de busca usando contadores

O caso de caracteres repetidos em P pode ser implementado convertendo o vetor de distâncias em um *vetor de listas encadeadas* de distâncias. Se um caractere p_i ocorre duas vezes em P , ele possui duas distâncias relativas ao

início de P . Tais distâncias ficam armazenadas no vetor na posição i , em uma lista com dois nós. Estes valores podem ser usados para incrementar dois contadores distintos.

Uma implementação escrita em linguagem C é apresentada na Figura 31. Várias otimizações foram incluídas, extrapolando os simples conceitos apresentados até o momento. O vetor *count*, que armazena os m contadores, possui tamanho de 256 unidades e, por isso, pode ser acessado através do operador AND (&), que é bem rápido que o operador MOD (%).

Os contadores são armazenados na posição relativa ao último caractere de P (e não em relação ao primeiro), para cada instância possível de P . Cada contador é iniciado com o valor m , sendo decrementados quando ocorre um casamento (ou uma comparação verdadeira). Assim, o valor final de cada contador indica o número de *mismatches* ocorridos.

```

#define SIZE    256          /* tamanho do índice do alfabeto (índice do vetor) */
#define MOD256  0xff        /* para a operacao mod */

typedef struct idxnode      /* lista para indexação do alfabeto */
{
    int offset;             /* distância do caractere em relação ao início do padrão */
    struct idxnode *next;   /* ponteiro para o próximo nó da lista (se ele existir) */
} anode;

anode alpha[SIZE];        /* distância de cada caractere do alfabeto */
int count[SIZE];         /* contador de caracteres distintos */

int search(char *t,        /* texto */
            int n,         /* número de caracteres do texto */
            int m,         /* número de caracteres do padrão */
            int k,         /* Hamming Distance */
            anode alpha[], /* índice do alfabeto */
            int count[])   /* buffer circular do contador de caracteres distintos */
{
    int i, offi;
    anode *aptr;

    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        if ((offi = (aptr = alpha[*t++])->offset) >= 0)
        {
            count[(i + offi) & MOD256]--;
            for (aptr = aptr->next; aptr != NULL; aptr = aptr->next)
                count[(i + aptr->offset) & MOD256]--;
        }
        if (count[i & MOD256] <= k)
            return 1;
        printf("Casamento: posicao %d, %d mismatches\n", i-m+1, count[i&MOD256]);
        count[i & MOD256] = m;
    }
    return 0;
}

```

```

int preprocess(char *p,          /* ponteiro para o padrão */
               int m,          /* número de caracteres do padrão */
               anode alpha[],
               int count[])    /* buffer circular do contador de caracteres distintos */
{
    int i, j;
    anode *aptr;

    for (i = 0; i < SIZE; i++)
    {
        alpha[i].offset = -1;
        alpha[i].next = NULL;
        count[i] = m;
    }
    for (i = 0, j = 128; i < m; i++, p++)
    {
        count[i] = SIZE;
        if (alpha[*p].offset == -1)
            alpha[*p].offset = m - i - 1;
        else
        {
            aptr = alpha[*p].next;
            alpha[*p].next = &alpha[j++];
            alpha[*p].next->offset = m - i - 1;
            alpha[*p].next->next = aptr;
        }
    }
    count[m - 1] = m;
}

```

Figura 31 - Algoritmo de Baeza-Yates e Perleberg (em C)

Em relação ao tempo de execução, considere o primeiro caso, onde existem apenas caracteres distintos em P . Para cada caractere em T , o vetor de distâncias é acessado e o contador, possivelmente, será atualizado. Este caso possui um tempo de execução de $O(n + R)$, onde R é o número de pares ordenados de posições onde os caracteres de P e T são iguais. Considerando o pior caso como $O(n)$, tem-se que $0 \leq R \leq n$. A complexidade de espaço utilizado é $O(m + |\Sigma|)$, o que inclui o vetor de distâncias (que possui uma entrada para cada caractere do alfabeto Σ) e o vetor de m contadores. O tempo de execução do

pré-processamento é $O(2m + |\Sigma|)$, pois cada entrada do vetor de distâncias (de tamanho Σ) é iniciada. Além disso, m entradas para os m caracteres de P são escritas no vetor e m contadores são iniciados.

No caso de existirem caracteres repetidos em P , a complexidade de espaço utilizado é $O(2m + |\Sigma|)$ e o tempo de execução para o pré-processamento é da mesma ordem do tempo citado anteriormente.

No pior caso, o tempo de execução é de $O(n + R)$. Para este caso, tem-se que $0 \leq R \leq f_{\max} n$, onde $f_{\max} n$ é a frequência do caractere que mais se repete em P . Cada vez que um caractere aparece em T , uma lista encadeada de tamanho $f_{\max} n$ é percorrida e $f_{\max} n$ contadores são atualizados.

Na pior situação possível, P consiste em m ocorrências de um único caractere e T consiste em n instâncias deste caractere. Nesta situação, o tempo de execução seria da ordem de $O(mn)$. Contudo, este não é um caso comum.

No caso médio, considerando um alfabeto onde cada caractere tem a mesma chance de ocorrência, a probabilidade de dois caracteres serem iguais é de $1/|\Sigma|$. Assim, se um padrão tem m/d caracteres diferentes, cada um deles ocorre, na média, d vezes. Com a probabilidade de $1/|\Sigma|$ para cada caractere distinto, o algoritmo realiza d operações. Considerando que existem m/d caracteres diferentes no padrão, o valor esperado de R é $\left(\frac{d}{|\Sigma|}\right) \times \left(\frac{m}{d}\right) = \left(\frac{m}{|\Sigma|}\right)$.

Portanto, o tempo médio de execução é:

$$O\left(\left(1 + \frac{m}{|\Sigma|}\right)n\right).$$

Por fim, convém destacar que, no caso médio, o tempo de execução é independente do número de caracteres diferentes em P . Na prática, com caracteres do tipo ASCII, $m < |\Sigma|$, o que implica em um tempo esperado de ordem linear. Devido ao algoritmo ser independente do valor de k , ele pode ser facilmente adaptado para encontrar o “melhor casamento” (com o menor número de erros).

6. Impactos Previstos e Trabalhos Futuros

Este trabalho apresentou as dificuldades de se avaliar o desempenho dos alunos no modo “à distância”. Através de uma revisão bibliográfica apresentando a problemática das avaliações no ensino presencial, foi explanado um modelo de avaliação, desenvolvido por Rêmulo M. Alves, que possa vir a produzir resultados positivos, também para o EaD.

Algumas considerações sobre os tipos de avaliação foram levantadas, com destaque para a avaliação formativa e a possibilidade do seu uso no ensino a distância, associada ao aprendizado pelo método de ensino construtivista.

Um modelo informacional para o EaD, que estabelece *estados de aprendizagem* para aquisição de conhecimento, tomando por base comportamentos e atitudes de alunos, foi apresentado.

Foi proposto, baseado no modelo, a implementação de um servidor de avaliações (Safes) para cursos à distância realizados via Web. Como parâmetro para sua construção, estabeleceu-se o uso de sistemas reutilizáveis de código aberto e linguagens de programação gratuitas. Por isso, os impactos previstos com a construção do servidor Safes são:

- A difusão do Safes em universidades e demais instituições de ensino. Por ser um *software* de distribuição gratuita, em português, de fácil instalação e manutenção e de suporte oriundo de uma comunidade virtual que, supõe-se, será criada com sua distribuição via Internet, espera-se uma demanda consistente por parte de escolas e pessoas interessadas no EaD.
- O estímulo à cultura de criação e atualização de *softwares* abertos de forma colaborativa entre usuários, através de participações em comunidades virtu-

ais (listas de discussão), debatendo sobre usos, planejamentos e desenvolvimentos futuros do Safes.

- O incentivo à indústria nacional de software livre educacional, através da construção de um ambiente de aprendizado de código aberto e gratuito mantido por uma comunidade virtual atuante via Internet.
- A divulgação de um método pedagógico de avaliação a distância confiável, baseado na observação e monitoramento de alunos via Web, aumentando a credibilidade deste método de ensino, consubstanciada pelo desenvolvimento de um ambiente informacional de ensino e aprendizado para redes padrão Internet.

Como prosseguimento deste trabalho, pretende-se:

- Terminar a implementação dos cálculos do índice de relevância das mensagens;
- Terminar a implementação das estratégias pedagógicas, que são a base da avaliação formativa dos alunos no Safes;
- Avaliar a aplicabilidade do Safes em cursos à distância, através da análise dos registros obtidos e dos índices de desempenho dos alunos;
- O estudo e adaptação de Agentes Inteligentes à Arquitetura Computacional do Safes, para o estabelecimento de estratégias pedagógicas flexíveis às atuações dos alunos e
- A produção e o gerenciamento de softwares livres (*open sources*) para as áreas educacionais.

7. Referências Bibliográficas

- [Alves (2001)] ALVES, R. M. **SAFeS**: um servidor de avaliações *online* para ensino via Web. Belo Horizonte: CPDEE, UFMG, 2001. (Exame de qualificação - Doutorado em Engenharia Elétrica).
- [Baeza-Yates & Perleberg (1996)] BAEZA-YATES, R. A.; PERLEBERG, C., H. **Fast and practical approximate string matching**. Information Processing Letters (IPL), n.59, p.21-27, 1996.
- [Bloom (1971)] BLOOM, B. S.; HASTINGS, J. T.; MADDAUS, G. **Handbook on formative and summative evaluation of student learning**. New York: McGraw Hill Co., 1971.
- [Brown (1992)] BROWN, A. L. Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. **Journal of the Learning Sciences**, p.150, 1992.
- [CEDERJ (2001)] CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR A DISTÂNCIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Informações sobre o funcionamento do CEDERJ**. Rio de Janeiro, 2001. URL: <http://www.cederj.edu.br>.
- [Chaves (1999)] CHAVES, E. O. C. Tecnologia na educação [on-line]. In: The Encyclopedia of Philosophy of Education, [s.n], 1999. URL: <http://www.edutecnet.com.br/Textos/Self/EDTECH/tecned2.htm>.
- [Esteban (2000)] ESTEBAN, M. T. **Avaliação: uma prática em busca de novos sentidos**. 2.ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2000. A avaliação no cotidiano escolar, p.7-28.
- [Ferreira (2000)] FERREIRA, R. Revisão da Literatura [on-line]. In: A Internet como ambiente da educação à distância na formação continuada de professores. Cuiabá: Instituto de Educação, 2000. 101p. URL: http://cev.ucb.br/qq/ruy_ferreira/capitulo_II.htm.
- [Gonçalves (1996)] GONÇALVES, C. T. F. Quem tem medo do ensino a distância. **Revista Educação a Distância**, Brasília, INED/IBASE, n.7-8, 1996. URL: http://www.intelecto.net/ead_textos/consuelo.html.

- [Guarany (1979)] GUARANY, L. R. dos.; CASTRO, C. M. **O ensino por correspondência**: uma estratégia de desenvolvimento educacional no Brasil. Brasília: IPEA, 1979.
- [Hadji (2001)] HADJI, C. **Avaliação desmistificada**. Tradução de Patrícia C. Ramos. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001. 136p.
- [Harasim (1995)] HARASIM, L. et al. **Learning networks**: a field guide to teaching and learning online. Cambridge: The MIT Press, 1995. 329p.
- [Hiltz (1995)] HILTZ, S. R. Impacts of college-level courses via asynchronous learning networks: focus on students. In: Sloan Conference on Asynchronous Learning Networks, Philadelphia, Oct. 1995. URL: <http://eies.njit.edu/~hiltz/workingpapers/philly/philly.html>.
- [Landim (1997)] LANDIM, C. M. M. P. F. **Educação a Distância**: algumas considerações. Rio de Janeiro, 1997.
- [LDBE (1996)] BRASIL. **Lei nº 9394 - 20 dez. 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Promove a descentralização e a autonomia para as escolas e universidades, além de instituir um processo regular de avaliação do ensino [on-line]. Brasília: MEC, 1996. URL: <http://prolei.cibec.inep.gov.br/arqger/2698.htm>.
- [Llamas (1986)] LLAMAS, J. L. G. **Estudio empírico sobre el rendimiento académico en la enseñanza a distancia**. Madrid: UNED, 1986. 307p.
- [Lucena (2000)] LUCENA, C & FUKS, H. **A educação na era da Internet**: professores e aprendizes na Web. Rio de Janeiro: Clube do Futuro, 2000. 158p.
- [Masetto (2000)] MASETTO, M. T. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2000. Cap. 3: Mediação pedagógica e o uso da tecnologia, p.133-173.
- [Narmontas (2000)] NARMONTAS, S. **Manhattan Virtual Classroom**: installation and testing guide. Oct. 2000. URL: <http://manhattan.sourceforge.net>.

- [Nunes (1994)] NUNES, I. B. Noções de educação a distância. **Revista Educação a Distância**. Brasília: Instituto Nacional de Educação a Distância, n. 4/5, p.7-25, dez. 1993 - abr. 1994. URL:
http://www.intelecto.net/ead_textos/ivonio1.html.
- [Otsuka (2002)] OTSUKA, J. L.; ROCHA, H. V. **A caminho de um modelo de apoio à avaliação contínua**. Campinas: Instituto de Computação da Unicamp, 2002.
- [Perry (1987)] PERRY, W.; RUMBLE, G. **A short guide to distance education**. Cambridge, UK: International Extension College, 1987. 37p.
- [Potashnik (1998)] POTASHNIK, M.; CAPPER, J. Distance education: growth and diversity [online]. In.: Finance & Development. Washington, p.42-45, Mar. 1998. URL:
<http://www.worldbank.org/fandd/english/0398/articles/0110398.htm>.
- [Ramal (1997)] RAMAL, A. C. Um novo paradigma em educação [on-line]. **Revista Guia da Internet.br**. Rio de Janeiro, n.12, 1997. URL:
<http://www.les.inf.puc-rio.br/socinfo/andrea/andrea.htm>.
- [Reforma (1998)] REVISTA DO MINISTÉRIO DA ADMINISTRAÇÃO FEDERAL E REFORMA DO ESTADO. Reforma Gerencial. Brasília: MARE, n.3, set. 1998.
- [Santos (2000)] SANTOS, A. **Ensino a distância e tecnologias de informação: e-learning**. Lisboa: FCA Editora de Informática, 2000. 178p.
- [SITE (1999)] SOCIETY FOR INFORMATION TECHNOLOGY AND TEACHER EDUCATION INTERNATIONAL CONFERENCE, 1999, San Antonio, EUA. **Web-based education: how to assess students' performance?** San Antonio, EUA, Mar. 1999.
- [São Paulo (2001)] GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Secretaria de estado da educação. **Projetos Nacionais - Educação a distância**. URL:
<http://www.educacao.sp.gov.br/projetos/edistancia/edistp00.htm>.
- [SBIE (2002)] SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 13., 2002, Unisinos. **Um modelo informacional para avaliações de alunos no Ensino a Distância via Web**. Unisinos: Editora, 2002.

- [Teles (1999)] TELES, L.; MOSTAT, R. Assessing online learning: current practices and future developments. In.: Computer Conferencing for Course Delivery, Canada, 1999. Robinson, Paulette, Sterling, VA: Stylus Publishing, 1999.
- [Todorov (1994)] TODOROV, J. C. A importância da educação a distância. **Revista Educação a Distância**. Brasília, Instituto Nacional de Educação a Distância, n.4-5, abr. 1994.
- [UniRede (2001)] UNIVERSIDADE VIRTUAL PÚBLICA DO BRASIL, Brasília, 2001. URL: <http://www.unirede.br>.
- [UniRede (2002)] UNIVERSIDADE VIRTUAL PÚBLICA DO BRASIL. Curso a distância faz ENAP economizar até 47% em treinamento [online]. Informe nº 57. Brasília, 2002. URL: http://www.unirede.br/informe/20020715_57/ea/57_002ea.html.
- [WIE (2000)] WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 4., 2000, Porto Alegre. **O processo de avaliação na educação a distância** [on-line]. Porto Alegre: UFRGS, set. 2000. URL: <http://www.pgie.ufrgs.br/webfolioead/biblioteca/artigo6/artigo6.html>.