

DANIELA APARECIDA DOS REIS ARQUETE

ENSINO-APRENDIZAGEM DE CINÉTICA DE PROCESSOS
BIOQUÍMICOS MEDIADO POR COMPUTADOR

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2003

DANIELA APARECIDA DOS REIS ARQUETE

**ENSINO-APRENDIZAGEM DE CINÉTICA DE PROCESSOS
BIOQUÍMICOS MEDIADO POR COMPUTADOR**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

APROVADA: 22 de julho de 2003

Prof. José Luís Braga
(Conselheiro)

Prof. Carlos Arthur Barbosa da Silva
(Conselheiro)

Prof. Nélio José de Andrade

Prof^a. Tereza Angélica Bartolomeu

Prof. Frederico José Vieira Passos
(Orientador)

Aos meus pais, Carlos e Aparecida, e à minha irmã, LÍlian.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade concedida.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À equipe de programação e webdesign da Central de Processamento de Dados – CPD – da UFV, em especial Léo, Valério e Weksley, pela aplicação cuidadosa e contínua de seus conhecimentos no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Benício e à Lícia, da CPD, por aceitarem o desafio de realizar este projeto.

Ao Prof. Luiz Aurélio Raggi, pelo apoio e pela atenção dedicada a este trabalho.

A todos que participaram do processo de avaliação do PVANet, pela contribuição incomensurável.

Aos professores José Luís Braga, José Benedito Pinho, Per Christian Braathen, Luis Henrique Mendes da Silva, Cosme Damião Cruz e Carlos Vasconcelos Farias, e à Rita Alencar, pelas sugestões e comentários construtivos e pela disposição constante em discutir e auxiliar.

Ao Prof. Frederico Passos, meu orientador, pela amizade e pela confiança. Sua determinação e sua persistência em concretizar seus ideais proporcionaram a realização deste trabalho.

À Vanessa, Alcinéia, Aureliano, Edimar e Paulo, por suas valiosas sugestões.

À Celine e Kátia, por me mostrarem, todos os dias de nossa inesquecível convivência, o valor desmedido da amizade.

Às minhas “irmãs pretas” Aline, Elaine e Nathália, por compartilharem comigo alguns dos momentos mais importantes da minha vida. Obrigada pelo carinho, pela solidariedade, por tantas horas de estudos e por tantas outras de risos.

À amiga Vivi, por estar sempre presente, mesmo à distância.

À minha família, pelo amor e pelo incentivo constante.

Enfim, sou grata a todos que, de alguma forma, contribuíram para esta dissertação.

Por último, mas sempre em primeiro lugar, graças a Deus.

“O principal objetivo da educação é criar homens que sejam capazes de fazer novas coisas e não de simplesmente repetir o que outras gerações fizeram, homens que sejam criativos, inventores e descobridores; o segundo objetivo da educação é formar mentes que possam ser críticas, que possam analisar e não aceitar tudo que lhes é oferecido”.

(JEAN PIAGET, 1969)

BIOGRAFIA

Daniela Aparecida dos Reis Arquete, filha de Carlos Roberto Arquete e de Aparecida Jurene dos Reis Arquete, nasceu em Cataguases, Estado de Minas Gerais, em 10 de junho de 1977.

Em março de 2001, graduou-se em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

Em abril de 2001, iniciou o curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa, na área de Biotecnologia e Fermentações Industriais, submetendo-se à defesa da dissertação em 22 de julho de 2003.

CONTEÚDO

| | |
|--|------|
| LISTA DE QUADROS..... | iv |
| LISTA DE TABELAS..... | v |
| LISTA DE FIGURAS | vii |
| RESUMO..... | xi |
| ABSTRACT..... | xiii |
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 4 |
| 2.1 Tendências para a educação em engenharia | 4 |
| 2.2 Metodologias de ensino | 7 |
| 2.2.1 Pensamento crítico e criativo e ensino baseado em projetos | 12 |
| 2.2.2 Aprendizagem interativa..... | 15 |
| 2.2.3 Métodos colaborativo e cooperativo de aprendizagem..... | 18 |
| 2.3 Emprego de tecnologias no ensino | 23 |
| 2.3.1 Comunicação mediada por computador | 30 |
| 2.3.2 Ambientes educativos | 33 |
| 2.4 Educação a distância..... | 43 |
| 2.4.1 Atividades não presenciais em cursos regulares de graduação..... | 50 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 2.5 | Material didático informatizado..... | 55 |
| 2.6 | Avaliação da qualidade do ensino mediado por computador | 59 |
| 2.6.1 | Ambiente educativo | 60 |
| 2.6.2 | Material didático | 63 |
| 2.6.3 | Aprendizagem..... | 64 |
| 2.7 | Cinética de Processos Bioquímicos na Engenharia de Alimentos..... | 65 |
| 2.7.1 | Modelagem matemática e simulação dinâmica | 68 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 71 |
| 3.1 | Descrição da disciplina | 74 |
| 3.2 | Elaboração do material didático e definição das formas de implementação das estratégias pedagógicas | 76 |
| 3.3 | Planejamento e construção do ambiente educativo | 78 |
| 3.4 | Utilização do ambiente educativo em caráter experimental e avaliação | 79 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 82 |
| 4.1 | Proposta de sistema de apoio ao ensino de graduação baseado na Internet..... | 82 |
| 4.1.1 | Características de acesso..... | 83 |
| 4.1.2 | Páginas iniciais | 83 |
| 4.2 | Implementação do sistema..... | 84 |
| 4.2.1 | Páginas iniciais da disciplina | 85 |
| 4.2.2 | Conteúdo..... | 86 |
| 4.2.3 | Biblioteca..... | 94 |
| 4.2.4 | P&R | 98 |
| 4.2.5 | Mural..... | 100 |
| 4.2.6 | Meios de comunicação..... | 100 |
| 4.2.7 | Gerenciamento | 103 |
| 4.3 | Avaliação | 104 |
| 4.3.1 | Interação aluno- <i>software</i> -professor e apresentação do conteúdo | 106 |
| 4.3.2 | Gerenciamento | 118 |

| | | |
|-------|----------------------------------|-----|
| 4.3.3 | Questões complementares..... | 123 |
| 4.3.4 | Outras considerações | 129 |
| 4.3.5 | Entrevistas..... | 130 |
| 5 | CONCLUSÕES | 132 |
| 6 | SUGESTÕES | 135 |
| 7 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 136 |
| | ANEXO..... | 145 |

LISTA DE QUADROS

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Comparação entre os métodos de ensino tradicional e construtivista..... | 12 |
| 2. | Tópicos e objetivos do conteúdo teórico de TAL 416..... | 75 |
| 3. | Tópicos e objetivos do conteúdo prático de TAL 416..... | 75 |
| 4. | Ordenação dos módulos do conteúdo teórico de TAL 416..... | 78 |
| 5. | Ferramentas para apresentação de conteúdos, interação aluno- <i>software</i> -professor e comunicação, planejadas para o ambiente educativo..... | 80 |
| 6. | Distribuição do número de convidados e de respondentes nos grupos de avaliadores do ambiente educativo..... | 81 |
| 7. | Estruturação da apostila e dos “Módulos” no PVANet de acordo com o conteúdo teórico de TAL 416..... | 85 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----|--|-----|
| 1. | Resultado da questão 63 do questionário, referente à categoria de usuários permitida para acesso às disciplinas de graduação da UFV no PVANet..... | 121 |
| 2. | Total de opiniões em cada grupo de avaliadores sobre os benefícios resultantes da utilização do PVANet como apoio a uma disciplina presencial..... | 123 |
| 3. | Total de opiniões em cada grupo de avaliadores sobre os possíveis obstáculos na utilização do PVANet pelos alunos..... | 125 |
| 4. | Total de opiniões em cada grupo de avaliadores sobre o meio de comunicação favorito..... | 127 |
| 5. | Total de opiniões em cada grupo de avaliadores sobre mudanças sugeridas para o PVANet..... | 128 |
| 1A. | Total de notas atribuídas por todos os avaliadores às questões do questionário referentes à interação aluno- <i>software</i> -professor..... | 152 |
| 2A. | Total de notas atribuídas pelo grupo de professores às questões do questionário referentes à interação aluno- <i>software</i> -professor..... | 153 |
| 3A. | Total de notas atribuídas pelo grupo de alunos da pós-graduação às questões do questionário referentes à interação aluno- <i>software</i> -professor.... | 154 |
| 4A. | Total de notas atribuídas pelo grupo de alunos de TAL 416 às questões do questionário referentes à interação aluno- <i>software</i> -professor..... | 155 |
| 5A. | Total de notas atribuídas por todos os avaliadores às questões do questionário referentes à apresentação do conteúdo..... | 156 |

| | |
|--|-----|
| 6A. Total de notas atribuídas pelo grupo de professores às questões do questionário referentes à apresentação do conteúdo..... | 156 |
| 7A. Total de notas atribuídas pelo grupo de alunos da pós-graduação às questões do questionário referentes à apresentação do conteúdo..... | 156 |
| 8A. Total de notas atribuídas pelo grupo de alunos de TAL 416 às questões do questionário referentes à apresentação do conteúdo..... | 157 |
| 9A. Notas atribuídas por todos os avaliadores às questões do questionário referentes ao “Gerenciamento” do PVANet..... | 157 |
| 10A. Notas atribuídas pelo grupo de professores às questões do questionário referentes ao “Gerenciamento” do PVANet..... | 157 |
| 11A. Notas atribuídas pelo grupo de alunos da pós-graduação às questões do questionário referentes ao “Gerenciamento” do PVANet..... | 158 |
| 12A. Notas atribuídas pelo grupo de alunos de TAL 416 às questões do questionário referentes ao “Gerenciamento” do PVANet..... | 158 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----|---|----|
| 1. | O ensino tradicional (modificado de GUERRA, 2000)..... | 8 |
| 2. | Fatores que relacionam instrutores e alunos (LUCENA e FUKS, 2000)..... | 16 |
| 3. | Fases para a realização de um projeto de aprendizagem colaborativa (BEHRENS, 2001)..... | 21 |
| 4. | Fluxograma para desenvolvimento do processo de mediação computacional do ensino-aprendizagem de Cinética de Processos Bioquímicos, em duas seqüências realizadas simultaneamente: A) pesquisa e elaboração do material pedagógico da disciplina e B) planejamento, desenvolvimento e avaliação do ambiente educativo..... | 73 |
| 5. | Interface do programa desenvolvido em linguagem FORTRAN, como exercício para os alunos nas aulas práticas de TAL 416 e para realização de tarefas e projetos..... | 77 |
| 6. | Tela de acesso ao PVANet..... | 84 |
| 7. | Tela de acesso às disciplinas disponíveis para o usuário/ aluno..... | 84 |
| 8. | Tela inicial do PVANet para a disciplina TAL 416..... | 86 |
| 9. | Tela contendo uma notícia, acessada por um dos <i>links</i> de “Notícias” da página inicial de TAL 416 no PVANet..... | 86 |
| 10. | Tela do “Conteúdo”, em que são disponibilizados os materiais didáticos da disciplina..... | 87 |
| 11. | <i>Slide</i> de um dos “Módulos” do “Conteúdo” de TAL 416 no PVANet, elaborado no programa Flash®..... | 88 |

| | |
|---|-----|
| 12. <i>Slide</i> de um dos “Módulos” do “Conteúdo” de TAL 416 no PVANet, elaborado no programa Flash®..... | 89 |
| 13. <i>Slide</i> com notas de aula e um exemplo de texto em linguagem coloquial..... | 90 |
| 14. <i>Slide</i> com atividade interativa de simulação, utilizando linguagem coloquial | 90 |
| 15. <i>Slide</i> com figuras, equações, ilustração gráfica e tarefa..... | 91 |
| 16. Exemplo de tarefa em grupo, que requer dos alunos a pesquisa de artigos científicos e a participação no “Fórum” de discussões do PVANet..... | 91 |
| 17. <i>Slide</i> contendo tarefa individual, com participação do aluno no “Fórum” do PVANet..... | 92 |
| 18. Seqüência de <i>slides</i> com notas de aulas de TAL 416, disponibilizados no PVANet como arquivos do PowerPoint®, no formato htm..... | 93 |
| 19. <i>Slide</i> de um “Módulo” disponibilizado no PVANet como arquivo do PowerPoint®, o qual permite visualização na forma de apresentação na tela | 94 |
| 20. Apresentação na tela de um <i>slide</i> de um dos “Módulos” do “Conteúdo” no PVANet..... | 94 |
| 21. Tela de acesso ao “Glossário”, na qual pode-se visualizar o campo para busca por palavra-chave..... | 95 |
| 22. Tela contendo <i>links</i> para páginas na Internet, relacionadas ao conteúdo programático da disciplina..... | 95 |
| 23. Tela contendo <i>links</i> para referências de teses e livros na Biblioteca Central da UFV..... | 96 |
| 24. Tela contendo <i>links</i> para periódicos da CAPES e outros artigos científicos disponíveis na Internet..... | 97 |
| 25. Tela com <i>links</i> para testes e exercícios com acesso livre na Internet, sobre assuntos do conteúdo da disciplina..... | 97 |
| 26. Tela para visualização de fotos e vídeos..... | 98 |
| 27. Tela para <i>download</i> de programas..... | 98 |
| 28. Tela do “P&R”, na qual podem ser visualizados os tópicos que contêm perguntas e respostas e o campo para busca por palavra-chave..... | 99 |
| 29. Tela com perguntas e respostas do item “P&R”..... | 99 |
| 30. Tela do “Mural”, contendo arquivos de interesse dos alunos..... | 100 |

| | |
|---|-----|
| 31. Tela do “Fórum” do PVANet, contendo os temas criados pelo professor e o número de mensagens incluídas em cada tema..... | 101 |
| 32. Tela do “Fórum” contendo a mensagem inicial de um tema e algumas respostas enviadas por alunos..... | 101 |
| 33. Tela da “Lista de e-mails”, mostrando os destinatários das mensagens que podem ser selecionados pelo remetente e os campos para assunto, redação e envio da mensagem..... | 102 |
| 34. Tela do “Chat”, na qual podem ser visualizados os nomes dos usuários on-line e as mensagens enviadas em tempo real..... | 103 |
| 35. Tela do “Gerenciamento” acessada pelo administrador do <i>software</i> para cadastro de disciplinas..... | 104 |
| 36. Tela de acesso ao “Gerenciamento” das ferramentas do PVANet pelo professor da disciplina cadastrada no PVANet..... | 104 |
| 37. Porcentagem total de notas para todos os avaliadores (Geral) e para cada grupo separadamente, atribuídas às questões 1 a 61 do questionário de avaliação do PVANet e seus recursos..... | 105 |
| 38. Avaliação da facilidade de utilização do PVANet..... | 107 |
| 39. Avaliação da eficiência do “Conteúdo” em relação aos seus objetivos pedagógicos..... | 108 |
| 40. Avaliação da eficiência da “Biblioteca” em relação aos seus objetivos pedagógicos..... | 109 |
| 41. Avaliação da eficiência do “P&R” em relação aos seus objetivos pedagógicos..... | 109 |
| 42. Avaliação da eficiência do “Chat” em relação aos seus objetivos pedagógicos..... | 110 |
| 43. Avaliação da eficiência do “Fórum” em relação aos seus objetivos pedagógicos..... | 111 |
| 44. Avaliação da eficiência da “Lista de e-mails” em relação aos seus objetivos pedagógicos..... | 112 |
| 45. Avaliação da eficiência de “Notícias” em relação aos seus objetivos pedagógicos..... | 113 |
| 46. Avaliação da eficiência da “Agenda de atividades” em relação aos seus objetivos pedagógicos..... | 114 |
| 47. Avaliação do apoio do PVANet ao trabalho cooperativo entre alunos..... | 114 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 48. | Avaliação do grau de interatividade do PVANet..... | 115 |
| 49. | Avaliação da atratividade do PVANet..... | 116 |
| 50. | Avaliação da possibilidade de participação do professor como orientador didático-pedagógico no processo de ensino-aprendizagem mediado pelo PVANet..... | 117 |
| 51. | Avaliação da adequação do PVANet como ferramenta do processo didático-pedagógico..... | 118 |
| 52. | Porcentagem total de notas para todos os avaliadores e para cada grupo separadamente, atribuídas às questões 55 a 61 do questionário, referentes aos recursos de “Gerenciamento” do PVANet..... | 119 |
| 53. | Avaliação da importância do registro de entrada e de saída do usuário na disciplina..... | 120 |

RESUMO

ARQUETE, Daniela Aparecida dos Reis, M. S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2003. **Ensino-aprendizagem de Cinética de Processos Bioquímicos mediado por computador**. Orientador: Frederico José Vieira Passos. Conselheiros: Carlos Arthur Barbosa da Silva e José Luís Braga.

O atual paradigma da educação, baseado na aprendizagem cooperativa e colaborativa mediada pela Internet, impõe a necessidade da introdução de novas tecnologias de informação e comunicação no ensino de engenharia, tornando-o mais adequado às exigências profissionais. Diante desse contexto, o presente trabalho propõe o uso integrado do computador no ensino-aprendizagem da disciplina Cinética de Processos Bioquímicos – TAL 416, do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa – UFV. O material pedagógico de TAL 416 foi produzido e disponibilizado em um ambiente educativo na *web*, chamado de PVANet, desenvolvido para ser utilizado nesta e em outras disciplinas da UFV. O PVANet contém ferramentas para apresentação de informações e conteúdos – “Agenda de atividades”, “Notícias”, “Informações Gerais”, “Conteúdo”, “Biblioteca”, “P&R” e “Mural” – e para comunicação – “Fórum”, “Chat” e “Lista de e-mails”. Por meio de questionários e entrevistas, realizou-se a avaliação do PVANet como ambiente de mediação pedagógica. Os grupos de avaliadores, formados por professores da UFV, estudantes de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e alunos matriculados em TAL 416 no primeiro período letivo de 2003, demonstraram elevado nível de satisfação em relação aos critérios de qualidade analisados. Para o conjunto dos avaliadores, mais de 80,0% das respostas concentraram-se, em média, nos dois maiores

escores possíveis. Dentre os benefícios da utilização do ambiente educativo, os mais citados foram: interação com o professor e com outros alunos, possibilidade de estudo autônomo e realização de atividades cooperativas e colaborativas. Possíveis obstáculos foram relacionados, principalmente, aos problemas técnicos e à falta de domínio no uso do computador e seus recursos. Em geral, os resultados indicaram disposição e entusiasmo do público-alvo para com a educação mediada por computador. Além das elevadas notas dos questionários, a contribuição dos avaliadores ao processo, contida nas sugestões de modificações em alguns recursos do *software* e no design do PVANet, reforça essa proposição.

ABSTRACT

ARQUETE, Daniela Aparecida dos Reis, M. S., Universidade Federal de Viçosa, July 2003. **Teaching-learning of Biochemical Process Kinetics mediated by computer**. Adviser: Frederico José Vieira Passos. Committee members: Carlos Arthur Barbosa da Silva and José Luís Braga.

Due to the current education model, based on cooperative and collaborative learning mediated by the Internet, and the need of introducing new information and communication technologies in Engineering teaching, this study proposes an integrated use of computer in the teaching-learning process of the course Biochemical Process Kinetics – TAL 416, of the Food Engineering Department of the Federal University of Viçosa – UFV. Pedagogic material of TAL 416 was produced and made available in an educational software on the web, called PVANet, which contains information, content and communication tools to be used in this and other courses at the UFV. The PVANet was evaluated by questionnaires and interviews. The assessment groups, formed by UFV professors, Food Science and Technology graduate students and students enrolled in TAL 416 (first semester of 2003), demonstrated a high satisfaction level. On average, more than 80,0% of the answers reached the two highest scores. The most cited PVANet benefits were: student-professor and student-student interaction, possibility of autonomous study and accomplishment of cooperative and collaborative activities. Possible obstacles were mainly related to technical problems and lack of computer technology knowledge. In general, the results indicated willingness and enthusiasm towards computer-mediated education.

1 INTRODUÇÃO

O método de ensino adotado na maioria das escolas de engenharia não valoriza as características individuais dos alunos, os quais realizam tarefas e atividades padronizadas. A comunicação é, via de regra, unilateral; o professor constitui a única fonte de informações e os alunos são agentes passivo-receptivos. Esse modelo, baseado na simples transmissão de conteúdos, apresenta limitações para a preparação de profissionais aptos a acompanhar a rápida e constante evolução do conhecimento científico e tecnológico.

A crescente democratização das tecnologias de informação e comunicação, associadas à Internet, tem favorecido uma nova estratégia de ensino, alterando o enfoque dos papéis do professor e dos alunos diante das novas condições de aprendizagem. Recentemente, um número significativo de congressos tem discutido o ensino regular e à distância apoiados computacionalmente e experiências didáticas que visem atualizar e transformar a educação em engenharia. Há indicações de que a utilização de recursos computacionais para mediação pedagógica promove uma relação mais dinâmica, não-linear, flexível e autônoma frente à aprendizagem. O aperfeiçoamento das metodologias de aplicação e avaliação dessa modalidade de ensino tem sido objeto de estudo de muitos pesquisadores.

O principal objetivo da introdução de tecnologia no ensino de engenharia é torná-lo mais adequado às exigências profissionais, entre elas a habilidade de pensar criticamente e de trabalhar em equipe. Nessa perspectiva, é esperado que os computadores possam se tornar ferramentas importantes na reestruturação dos processos

de ensino e aprendizagem, na tentativa de se adequarem às mudanças. Por meio de métodos interativos, dinâmicos e atrativos, o computador pode contribuir para melhorar a educação em engenharia, criando condições favoráveis para o desenvolvimento de novas competências e talentos.

O uso do computador para apresentação de conteúdos, acesso a informações e realização de tarefas visa incentivar o estudante a construir seu próprio conhecimento. O desenvolvimento e a aplicação de sistemas computacionais no ensino criam um ambiente virtual onde alunos são estimulados a explorar o material didático disponibilizado e a interagir com o professor e com os demais alunos.

Diante do novo paradigma tecnológico, existe uma crescente preocupação das instituições em implementar ambientes virtuais de educação. A universidade, como produtora de conhecimento e com o compromisso de prestar serviços à comunidade por meio de ensino e pesquisa, precisa desenvolver capacidades para lidar com os novos desafios. Como estímulo à criação de disciplinas ministradas com apoio computacional, visando atender a um número maior de alunos simultaneamente, o Ministério da Educação, nos termos da Portaria nº 2.253, de 18 de outubro de 2001, autoriza as universidades a oferecerem disciplinas para seus cursos superiores reconhecidos que, total ou parcialmente, utilizem métodos não presenciais.

Com a publicação dessa Portaria, foi dado um passo muito importante no sentido de modernizar os cursos presenciais, possibilitando que a tecnologia e a experiência que vêm sendo desenvolvidas em educação a distância possam também beneficiá-los. Espera-se, assim, um aumento na produção de material didático em ambientes virtuais de ensino.

Vale ressaltar que o desenvolvimento desses materiais deve ser acompanhado de planejamento e avaliação criteriosos. O planejamento de ambientes educativos deve incluir a definição de seus objetivos pedagógicos, as ferramentas a serem utilizadas e os critérios para escolha do *software*. O processo de avaliação deve abranger o ambiente interativo, o conteúdo apresentado e o método de ensino empregado.

O ensino da Engenharia de Alimentos insere-se também nesse contexto, tornando fundamental o desenvolvimento sistematizado de projetos que permitam a avaliação crítica das potencialidades dessas inovações para a formação do profissional da área. Nesse sentido, o presente estudo visa analisar as conseqüências desse novo

paradigma tecnológico para o processo de ensino-aprendizagem, especificamente em sua aplicação à disciplina Cinética de Processos Bioquímicos, oferecida aos alunos do oitavo período do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa. Assim, os objetivos gerais deste trabalho consistiram na produção do material pedagógico dessa disciplina e no planejamento, desenvolvimento e avaliação de um ambiente interativo de ensino-aprendizagem mediado por computador para apoio ao ensino de graduação.

Os objetivos específicos podem ser resumidos em:

- pesquisa e elaboração do material pedagógico de TAL 416 – Cinética de Processos Bioquímicos, constituído de informações gerais sobre a disciplina, apostilas, referências de leituras complementares, notas de aulas, exercícios, tarefas e testes;
- análise, entendimento e especificação dos requisitos que possibilitassem a construção do ambiente computacional para apoio ao processo de ensino-aprendizagem da disciplina TAL 416, com ênfase na comunicação mediada por computador, no trabalho cooperativo e colaborativo entre alunos e na aprendizagem autônoma e independente;
- estruturação dos materiais didáticos para sua disponibilização na *World Wide Web*, por meio do ambiente educativo, considerando seus propósitos pedagógicos e o conteúdo programático da disciplina;
- avaliação do ambiente educativo como recurso mediador do processo de ensino-aprendizagem, incluindo seus objetivos didático-pedagógicos e formas de apresentação dos conteúdos, de interação aluno-*software*-professor e de gerenciamento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tendências para a educação em engenharia

O engenheiro desempenha diversas atividades, incluindo design, fabricação, operação, manutenção, marketing e pesquisa e desenvolvimento (EL-RAGHY, 1999) e, ainda, participa de decisões e ações estratégicas, contribuindo para a permanência e a competição da empresa em seu mercado. Portanto, o profissional de engenharia precisa da maior diversidade possível de oportunidades de aprendizagem, experiências e vivências que o capacitem a empreender amplas funções, ou seja, a tornar-se polivalente (LEITE, VIEIRA e SAMPAIO, 1998; EVANS et al., 2000).

Em um cenário mundial cada vez mais competitivo, a exigência de qualificação tem levado à busca constante por atualização e aperfeiçoamento nas diversas áreas profissionais e do conhecimento. O próprio conceito de qualificação profissional vem se alterando, com a presença cada vez maior de componentes associados às capacidades de coordenar informações, interagir com pessoas e interpretar a realidade de maneira dinâmica. Atualmente, o engenheiro deve ser capaz de propor soluções que sejam não apenas tecnicamente corretas, mas também ter a ambição de considerar os problemas em sua totalidade, em sua inserção em uma cadeia de causas e efeitos de múltiplas dimensões.

De acordo com o art. 3º da Resolução CNE/CES de 11/2002, que dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia¹, o egresso deve possuir o seguinte perfil: formação generalista e reflexiva, que o capacite a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade. Mais especificamente, conforme mencionado no art. 4º do citado documento, a formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais:

- aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- desenvolver e, ou, utilizar novas ferramentas e técnicas;
- supervisionar e avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- atuar em equipes multidisciplinares;
- compreender e aplicar a ética e a responsabilidade profissionais;
- avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
- assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Cada curso de engenharia deve possuir um projeto pedagógico que demonstre claramente como o conjunto das atividades previstas garantirá o perfil desejado de seu egresso e o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas. Ênfase deve ser dada à necessidade de se reduzir o tempo em sala de aula, favorecendo o trabalho individual e em grupo dos estudantes.

Paralelamente às habilidades convencionais, espera-se que o engenheiro também seja capaz de: adquirir e atualizar informações e conhecimentos de forma autônoma

¹ Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32 (<http://www.mec.gov.br>).

e contínua; inovar, desenvolver liderança e visão sistêmica (GUERRA, 2000); organizar seu próprio trabalho (autogestão); adaptar-se e ser flexível diante de novas tarefas; trabalhar em grupo de modo cooperativo e pouco hierarquizado (BELLONI, 2001); e de pensar criticamente, o que pode guiar a construção de idéias e a tomada de decisões (ASTLEITNER, 2002).

A quase estagnação do modelo tradicional de ensino, o rápido avanço científico e tecnológico e as alterações recentes do mercado de trabalho, além dos problemas e desafios do mundo atual, criam a expectativa por um novo paradigma para a educação em engenharia (GUERRA, 2000). Diante dessa realidade, a educação assumiu posição prioritária para o desenvolvimento do indivíduo e da sociedade.

A mudança no ensino deve ocorrer na direção da integração dos conhecimentos, da interdisciplinaridade, do trabalho coletivo e da participação ativa dos indivíduos na construção de conhecimentos e experiências, sob orientação do professor. Um número significativo de trabalhos recentemente publicados na área de educação em engenharia, no Brasil, condiciona a melhoria do ensino e a redução das taxas de evasão à alteração da metodologia de ensino, com direcionamento do foco do processo de ensino-aprendizagem para o aluno, o qual deverá ser estimulado a buscar e construir seu conhecimento de forma independente e autônoma (LEITE, VIEIRA e SAMPAIO, 1998; SCHNAID, ZARO e TIMM, 2001; Van DIJK e JOCHEMS, 2002).

Para COMASSETTO (2000), a aprendizagem independente será a grande estratégia da educação para o terceiro milênio. Essa independência será essencial ao exercício profissional da engenharia, quando não for mais possível ao engenheiro formado desfrutar das facilidades de um campus universitário.

Segundo MICHAU, GENTIL e BARRAULT (2001), um sistema educativo de alto nível pode ser imaginado, em que engenheiros não são apenas preparados para o trabalho técnico, mas também para todas as implicações sociais e ambientais de sua profissão. Dessa forma, espera-se um aluno de engenharia mais preparado para o mercado de trabalho, com poder de decisão, criatividade, cooperação e conectado com o mundo informatizado (OLIVEIRA e SEIXAS, 2001).

A nova economia baseada no conhecimento e na informação está gerando a transformação ou a adaptação das instituições tradicionais de ensino, em especial nos cursos de engenharia, para que estes possam aproveitar as vantagens das tecnologias

emergentes como novos meios na promoção do aprendizado (MARTINS e RAMOS, 2001; SESSO e DOVICCHI, 2001). A maioria das iniciativas para melhorar a educação em engenharia, em todo o mundo, tem utilizado a Internet e a *World Wide Web* (WWW ou *web*). Muitos educadores têm procurado implementar materiais didáticos em meios de comunicação eletrônica e explorar formas de aumentar o envolvimento e a interação dos alunos, ao invés de considerá-los apenas como consumidores passivos de qualquer conteúdo disponibilizado (MURRAY e MASON, 2003).

Sob essa nova abordagem, vêm sendo desenvolvidos vários estudos de métodos e técnicas para a prática de educação a distância, educação distribuída, aprendizagem colaborativa, entre outros, que têm sido apontados como o caminho para a educação do futuro (COMASSETTO, 2000). É nesse contexto que a comunicação mediada por computador e a produção de material didático em ambientes educativos apresentam contribuição fundamental à tecnologia educacional.

2.2 Metodologias de ensino

Os métodos de ensino na educação superior podem ser classificados, de acordo com WANKAT (2002), pela comparação entre estudantes ativos e passivos, aprendizado controlado pelo professor e pelo aluno, transferência de conhecimentos e estímulo ao crescimento do estudante ou individualização do aprendizado. Essas características são dependentes: por exemplo, em um sistema de ensino baseado apenas na transmissão de conteúdos, o aprendizado, não individualizado, é controlado pelo professor e, como consequência, os alunos são passivos frente à aprendizagem.

No modelo tradicional de ensino, representado na Fig. 1, apoiado quase que exclusivamente na prática da aula expositiva, há pouca participação do aluno, uma vez que a comunicação é unilateral: de um lado o professor – principal fonte de informações – e de outro o aluno – mero receptor (GUERRA, 2000; SABARIZ e BARRETO, 2001).

Quando essa forma de ensinar é usada, muitos princípios essenciais de ensino-aprendizagem são ignorados: estudantes não são envolvidos no processo e não desenvolvem afinidade, empatia pelo professor, enquanto este não individualiza a instrução, tampouco favorece a cooperação ou estimula o aprendizado (WANKAT, 2002).

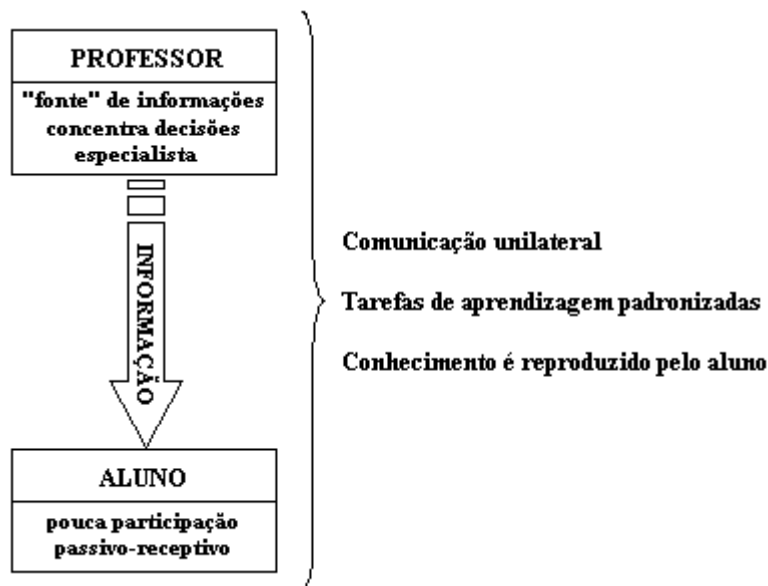


Figura 1 – O ensino tradicional (modificado de GUERRA, 2000).

Apesar do surgimento de novos recursos tecnológicos de auxílio ao professor em sala de aula, a forma de ensinar em muitas escolas de engenharia não sofreu grandes modificações. Disciplinas e cursos desatualizados privam o aluno de uma formação mais condizente com a nova realidade profissional (WALLACE e MUTOONI, 1997; GUERRA, 2000; MENDES FILHO et al., 2001).

As aulas em um curso de engenharia são, em geral, seqüências monotônicas de explicações acerca do funcionamento de equipamentos, planos de manutenção, interpretação de fenômenos físicos, apresentação de conceitos e definições, deduções de fórmulas, análise de gráficos etc., sempre compreendendo um agente ativo, o professor, e um agente predominantemente passivo, o aluno (PEREIRA e BAZZO, 1997).

Dessa forma, há o risco de atingir um círculo vicioso de desmotivação e baixo aproveitamento. Ao não conseguir acompanhar o dinamismo que caracteriza a “sociedade da informação”, esse modelo educacional vai se distanciando do aluno (TORI, 2002). Existem estudantes que são reprovados durante um curso de engenharia devido à ausência de motivação ou aplicação de seus conhecimentos, ou então decidem mudar para outra profissão, pela falta de interesse ou desilusão com a engenharia (BAILLIE e FITZGERALD, 2000).

O outro extremo, a pedagogia totalmente centrada no aluno, transfere a ele o controle total sobre o processo de ensino-aprendizagem. Segundo WANKAT (2002), o

professor que adota esse modelo: 1) solicita aos estudantes, sem oferecer-lhes orientação, para selecionar tópicos; 2) pede aos estudantes, sem nenhuma orientação, que escolham o método apropriado de ensino e aprendizagem; 3) recusa-se a dar aulas ou providenciar fontes de pesquisas e não tenta transferir qualquer conhecimento aos estudantes; 4) cede poder aos estudantes; 5) espera que os alunos decidam como serão avaliados; e 6) acredita que as opiniões devem ter todas a mesma consideração, independentemente do conhecimento ou da lógica ou da ausência destes. Essa pedagogia também tem eficiência limitada, pois alguns princípios de aprendizagem não são satisfeitos, haja vista a ausência de orientação, de apresentações claras dos temas, de estrutura hierarquizada de conteúdo e de *feedback*, bem como de garantia de que os alunos irão gastar tempo com tarefas e busca aprofundada de informações.

Por outro lado, o método de ensino focado no aluno pode ser efetivo se o professor evitar a posição extrema, fornecendo orientação e estrutura e assegurando atenção nas tarefas. Esse processo significa não apenas a introdução de novas metodologias na sala de aula, mas principalmente uma reorganização de todo o processo de ensino de modo a promover o desenvolvimento das capacidades de auto-aprendizagem (BELLONI, 2001).

VIEIRA (2001) ressalta que, como consequência do atendimento às diferenças individuais dos alunos, às suas necessidades e interesses, e de prepará-los para se tornarem estudantes independentes, o objetivo final do ensino individualizado consiste em promover o desenvolvimento do auto-conceito positivo em cada aluno. Assim, um programa de ensino fundamentado na aprendizagem individualizada não precisa ser diferente para cada aluno, mas deve estar apropriado a cada um, sendo estruturado para:

- permitir que o aluno reinicie o seu estudo no ponto em que o interrompeu, não precisando repetir conteúdos que já domina. Ao contrário do ensino tradicional, no ensino individualizado o aluno aprende de acordo com seu ritmo, utilizando o tempo necessário para aprender;
- considerar o preparo do aluno para a realização de tarefas, i. e. verificar previamente se ele possui os pré-requisitos necessários ao bom desempenho de cada atividade;
- considerar as diferenças individuais. Alguns alunos aprendem melhor quando ouvem, outros quando lêem, outros quando trabalham em pequenos grupos, outros quando realizam trabalho individual, e uns aprendem mais rápido do que outros.

Em relação aos estilos individuais de aprendizagem, FELDER e BRENT (1999) classificam os estudantes como sensoriais ou intuitivos, visuais ou verbais, indutivos ou dedutivos, ativos ou reflexivos e seqüenciais ou globais. Esses autores consideram todos esses tipos necessários em todas as profissões, sendo fundamental, portanto, abordá-los em qualquer processo de ensino-aprendizagem. Porém, os modelos tradicionais de ensino são, em sua maioria, intuitivos, verbais, dedutivos e seqüenciais e as aulas, por conseguinte, são passivas.

BUCH e SENA (2001) consideram que a teoria dos estilos de aprendizagem pode ser adaptada para uso com instrução baseada na *web* e que isso pode influenciar positivamente a experiência de aprendizado. LUCENA e FUKS (2000) definem essa metodologia como “o uso da *web* como meio para publicação do material de um curso, apresentação de tutoriais, aplicação de testes e comunicação com os estudantes”.

As atividades didáticas que contemplam a tecnologia da informação permitem ao aluno ir além da tarefa proposta, em seu próprio ritmo e estilo de aprendizagem. WALLACE e MUTOONI (1997) afirmam que esse método pode ser tão efetivo quanto as aulas tradicionais, desde que sejam considerados os diferentes modos de ensino e de aprendizagem e níveis de aprendizado dos indivíduos.

A acessibilidade dos alunos a informações pelo uso da Internet permite que eles desenvolvam seus próprios estilos de recuperação e organização das informações. Neste novo processo educativo, o aluno dispõe de recursos para avançar, pausar, retroceder e rever o conhecimento, possibilitando-o a fazer anotações e investigações pessoais, consultar materiais alternativos e complementares, bem como discutir suas produções com outros usuários ou com colegas (EVANS et al., 2000; BEHRENS, 2001).

Entre as tendências para a educação superior, destaca-se a abordagem construtivista², fundamentada na noção de que a aprendizagem ocorre pela ação do sujeito sobre o objeto de seu conhecimento, por meio de sucessivos processos de

² A abordagem pedagógica construtivista (ou interacionista) baseia-se na ação tutorial do professor, que estimula o aluno a “aprender a aprender”, por meio da busca orientada do conhecimento. Esse processo é focado na aprendizagem do aluno, o qual, em uma postura participativa e reflexiva, constrói seu conhecimento a partir da interação com variados objetos e possibilidades de novos saberes, o que depende de fontes diversas de informação, hoje garantidas pela Internet. Na epistemologia empirista, ao contrário, a única fonte de conhecimento humano é a experiência adquirida em função do meio físico mediada pelos sentidos. O aluno – passivo, neutro, contemplativo, receptivo – aprende somente quando o professor ensina, com base nos métodos de transferência do conhecimento. Sobre essas concepções, vide PEREIRA e BAZZO (1997), LOYOLLA e PRATES (2001), MOURA, AZEVEDO e MEHLECKE (2001) e OLIVEIRA, COSTA e MOREIRA (2001).

assimilação. Grande parte da aprendizagem ocorre dessa forma e, segundo alguns estudiosos da área, essa aprendizagem é mais significativa porque acontece com mais facilidade, é retida por mais tempo e é mais facilmente transferida para outros domínios e contextos, quando comparada com a aprendizagem que decorre de processos formais e deliberados de ensino (PORTUGAL, 2003).

A abordagem construtivista de aprendizagem contempla a compreensão, a apropriação e o desenvolvimento de habilidades exigidas pelo atual paradigma, em termos de perfil profissional, como: raciocínio crítico, qualidade de ações, caráter integrador na dinâmica das relações (parcerias e cooperação on-line) e habilidades empreendedoras e de autogestão. MARTINS e RAMOS (2001) apresentam alguns pontos que caracterizam a aprendizagem construtivista: 1) construção do conhecimento à medida que há entendimento das experiências; 2) foco no aluno; 3) colaboração; 4) reflexão e compreensão; e 5) pensamento crítico, criativo e não-repetitivo.

Acrescendo-se a importância das interações sociais para o desenvolvimento cognitivo³, tem-se a chamada abordagem social-construtivista, cujos pressupostos básicos podem ser sumarizados pela importância da contribuição do grupo na construção individual do conhecimento pelo sujeito (NITZKE e CARNEIRO, 2001).

Comparado com o modelo tradicional de ensino, o método que enfatiza o maior envolvimento e a participação ativa dos estudantes resulta em maior interesse nos conteúdos abordados nas aulas e em maior nível de retenção do conhecimento (CIGLARIC e VIDMAR, 1998). Para WANKAT (2002), métodos de ensino que maximizam o desenvolvimento de habilidades cognitivas e dimensões afetivas formam alunos ativos, os quais aprendem mais.

No novo paradigma da educação, fundamentado em princípios construtivistas, o professor deixa de ser apenas o transmissor de informações para desempenhar o papel de “mediador” da aprendizagem, orientando e fornecendo oportunidades para que o aluno seja o gestor de seu próprio conhecimento, em um ambiente de aprendizagem que respeita as diferenças individuais, na medida em que utiliza diferentes meios e formatos no tratamento e na apresentação da informação. Nesse modelo de aprendizagem, o aluno terá uma posição mais ativa, reflexiva e criativa, sendo estimulado a buscar e

³ Desenvolvimento cognitivo é um processo dinâmico de construção progressiva de competências e conhecimentos, com base na interação entre o sujeito – conhecimentos, opiniões, idéias, representações, sentimentos – e a realidade – problemas, situações, tarefas (MARTINS e RAMOS, 2001).

filtrar informações de diversas fontes, e deverá desenvolver a capacidade de atualização contínua, tornando-se mais apto a enfrentar situações comuns em sua vida profissional.

No Quadro 1 são apresentadas algumas características de uma sala de aula tradicional e de uma sala de aula construtivista.

Quadro 1 – Comparação entre os métodos de ensino tradicional e construtivista

| Sala de aula tradicional | Sala de aula construtivista |
|--|---|
| O seguimento rigoroso do currículo preestabelecido é altamente valorizado | A busca pelas questões levantadas pelos alunos é altamente valorizada |
| As atividades curriculares baseiam-se fundamentalmente em livros-texto e de exercícios | As atividades baseiam-se em fontes primárias de dados e materiais manipuláveis |
| Os estudantes são considerados absorvedores passivos de informações | Os estudantes são vistos como indivíduos ativamente envolvidos na construção do conhecimento |
| Os professores geralmente comportam-se de maneira didaticamente adequada, disseminando informações aos estudantes | Os professores geralmente comportam-se de maneira interativa, mediante o ambiente para estudantes |
| O professor busca respostas corretas para validar a aprendizagem | O professor busca os pontos de vista dos estudantes para entender seus conceitos presentes para uso nas lições subsequentes |
| A avaliação da aprendizagem é considerada separadamente do ensino e ocorre, quase que totalmente, por meio de testes | A avaliação da aprendizagem está interligada ao ensino e ocorre por meio da observação do professor sobre o trabalho dos estudantes |
| Estudantes trabalham fundamentalmente sozinhos | Estudantes trabalham fundamentalmente em grupos |

Fonte: MARTINS e RAMOS (2001).

2.2.1 Pensamento crítico e criativo e ensino baseado em projetos

As universidades estão adotando novos métodos de ensino, com o objetivo de desenvolver nos estudantes a habilidade de pensar criticamente, de resolver problemas, de construir e reconstruir conhecimentos (MICHAU, GENTIL e BARRAULT, 2001; WANKAT, 2002).

Na “era da Internet” e da “sociedade da informação”, o pensamento crítico representa uma qualificação essencial, o qual consiste, basicamente, da identificação e avaliação de argumentos ou proposições, da consideração de influências externas na argumentação, do raciocínio analítico-científico e do raciocínio lógico. Trata-se de um julgamento intencional, resultando em interpretação, análise, avaliação e inferência,

bem como em explanações, em considerações evidenciais, conceituais, metodológicas ou contextuais, sobre as quais o julgamento é baseado (ASTLEITNER, 2002).

LUCENA e FUKS (2000) caracterizam o pensamento crítico como todas as atividades nas quais os estudantes são chamados a: identificar os pontos principais de determinados temas; buscar causa e efeito; identificar padrões e relações; ordenar idéias; desenvolver linhas de tempo; construir taxonomias ou categorizações; fazer comparações e estabelecer contrastes; examinar relações entre custos e benefícios; e interligar idéias. Essas atividades são ainda melhores, mais úteis e intelectualmente mais valiosas se os estudantes trabalharem cooperativamente.

O pensamento crítico, para ASTLEITNER (2002), não é ensinado e estimulado sistematicamente na instrução cotidiana, e as razões principais são: a formação dos professores, não fundamentada em pensamento crítico; a não disponibilidade de materiais didáticos baseados em pensamento crítico; e a falta de tempo e de outras fontes instrucionais para que professores integrem o pensamento crítico em sua instrução diária.

Para se manter em um nível competitivo e responder às rápidas mudanças, as empresas precisam de soluções criativas. Um dos requerimentos básicos para o desenvolvimento da criatividade é o diálogo, i. e. a comunicação entre professores e alunos e entre alunos.

Haja vista que a educação em engenharia é diretamente afetada pelas demandas da indústria, as novas competências exigidas, tanto quanto o conhecimento especializado, devem ser ensinadas aos estudantes. Com o objetivo de desenvolver essas competências, PESCHGES e REINDEL (1998) sugerem que seja adotado um sistema de ensino baseado em projetos.

Para LUCENA e FUKS (2000), não há como desenvolver uma engenharia criadora, integradora de conceitos e desafiadora sem a atividade de projeto, que consiste da “aplicação específica de uma metodologia de trabalho à determinada classe de problemas, como um conjunto de procedimentos que deve permitir alcançar os objetivos pretendidos”. Os propósitos da aplicação de projetos, exercícios e problemas reais, em qualquer método de aprendizagem, consistem em ensinar aos estudantes a metodologia da solução de problemas e melhorar suas habilidades nessa prática (IRANDOUST e NIKLASSON, 1999).

Segundo PEREIRA e BAZZO (1997), parece ser consensual entre engenheiros e professores de engenharia que o projeto é uma característica marcante da profissão, pois é com o desenvolvimento e a execução de projetos que o engenheiro aplica seus conhecimentos técnicos e criatividade. Na busca por soluções alternativas para um problema, os estudantes aprendem a fazer análises e justificativas, o que pode contribuir para o desenvolvimento da comunicação interpessoal e de habilidades sociais, além de estimular o pensamento crítico, a criatividade e a capacidade de solucionar problemas.

Nessa perspectiva, o trabalho por projeto se apresenta como atividade importante na formação do aluno. A proposta pedagógica do ensino baseado em projetos traz a possibilidade de aprendizagem pela resolução problemas reais, escolhidos a partir da realidade do aluno. Durante a execução do projeto, o professor acompanha seu desenvolvimento, estimulando, criando novos desafios, buscando e trazendo aprendizados necessários para a continuidade do projeto (RODRIGUES, 2002).

A aprendizagem baseada em projetos pode oferecer aos estudantes a oportunidade de ganhar importante experiência industrial e de trabalhar com tecnologias emergentes e, sendo assim, demanda um ensino que provoque ações colaborativas em um paradigma emergente, instrumentalizado pela tecnologia inovadora (EL-RAGHY, 1999; BEHRENS, 2001; GIBSON, O'REILLY e HUGHES, 2002). Os estudantes podem aprender mais quando esse processo pedagógico é mediado pelos avanços tecnológicos (YIP, 2002).

O pensamento crítico e criativo e o aprendizado cooperativo podem ser estimulados por meio da instrução baseada na *web*, com base em atividades instrucionais cuidadosamente planejadas. A capacidade da *web* para publicação de textos, gráficos, animação e som produzidos por estudantes torna seu uso ideal para esse tipo de aprendizagem. Atividades interativas, como debates e discussões on-line, podem contribuir para o sucesso dessa metodologia (LUCENA e FUKS, 2000).

YIP (2002) descreve o desenvolvimento e a aplicação de um sistema na *web* para auxiliar a aprendizagem baseada em problemas, com o objetivo de melhorar o aprendizado colaborativo de grupos de alunos de uma disciplina. O ambiente pode ser usado para comunicação, planejamento de projetos e pesquisas, além de permitir o

*download*⁴ de materiais didáticos e a disseminação de informações por meio de avisos e notícias. O autor relata que houve melhoria das habilidades dos estudantes em: análise de problemas, entendimento de como formular um plano de projeto e subsequente controle de seu trabalho, comunicação escrita e oral, trabalho em equipe, liderança e pesquisa de informações via Internet.

2.2.2 Aprendizagem interativa

De acordo com LEWIS (2002), interação social e aprendizado colaborativo são essenciais para o desenvolvimento cognitivo. A interação entre os participantes de um grupo de trabalho, presencial ou via Internet, faz com que considerem suas concepções do ponto de vista de outros membros, o que facilita o crescimento de seu próprio conhecimento, atitudes e idéias.

Com a ajuda de recursos tecnológicos, tem se tornado possível a criação de processos interativos nos quais estudantes podem construir, de forma consciente, novos conhecimentos (soluções, teorias, modelos), em um nível intersubjetivo ou social. A evolução constante da educação virtual interativa vem conseguindo uma aproximação cada vez maior do estudante com seu professor ou tutor, com os outros estudantes e com os conteúdos, possibilitando, assim, o desenvolvimento de pesquisas sobre aprendizagem cooperativa mediada por computador. Essa metodologia pressupõe a obtenção da aprendizagem de melhor qualidade quando os alunos são expostos a conflitos cognitivos criados a partir de interações sociais entre eles e entre eles e o professor, o qual assume novo papel nesse processo (NITZKE e CARNEIRO, 2001).

Na Fig. 2 é representado um modelo que relaciona instrutores e alunos a partir de três eixos: tempo, lugar e tamanho do grupo. Em um dos extremos, tem-se uma sala de aula típica, onde instrutores e alunos compartilham o mesmo espaço ao mesmo tempo e os alunos podem trabalhar individualmente ou em grupos. No outro extremo, o instrutor e o aluno estão em locais diferentes, comunicando-se de modo assíncrono⁵ e os

⁴ Cópia de um arquivo eletrônico; processo de captura de informações pela cópia de arquivos localizados em computadores distantes por seu próprio computador local, principalmente pelo uso das redes de computadores, como a Internet (PINHO, 2000).

⁵ A comunicação assíncrona ocorre em tempo flexível, conforme disponibilidade do usuário; é o processo em que a mensagem emitida por uma pessoa é recebida e respondida mais tarde por outra(s), como no correio eletrônico (*e-mail*) e nas listas ou fóruns de discussão. A comunicação em tempo real, ou síncrona, pode ser realizada nas salas de bate-papo (*chats*).

estudantes podem juntar-se para compartilhar experiências ou colaborar/ cooperar em tarefas de aprendizagem. Nesse caso, a possibilidade de posicionamento dos instrutores e alunos ao longo do processo foi facilitada pelas tecnologias de informação.

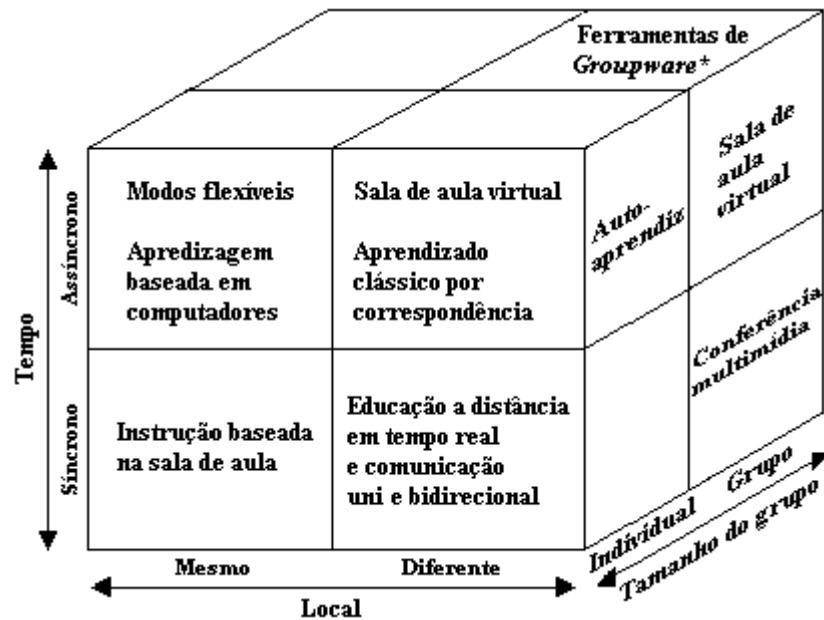


Figura 2 – Fatores que relacionam instrutores e alunos (LUCENA e FUKS, 2000).

*Programa de computador que oferece apoio ao trabalho em grupo.

Van DIJK e JOCHEMS (2002) analisam o impacto da introdução da interatividade na educação sobre o desempenho dos alunos, sua motivação e comportamento, em um estudo realizado na Delft University of Technology (DUT). Dois professores de cursos introdutórios de mecânica (cursos I e II) foram treinados para tornarem suas aulas presenciais mais interativas. O experimento pode ser resumido como:

1. Coleta de dados sobre o período em que o curso foi ministrado usando o método tradicional de ensino.
2. Treinamento dos professores e consultoria individual acerca de como tornar as aulas mais ativas.
3. Adaptação das aulas para uma forma interativa de ensino, pela incorporação de exercícios, tarefas, trabalhos e instrução cooperativa. O formato dos cursos experimentais foi similar ao dos cursos dos grupos de controle (tradicionais), exceto pela abordagem interativa das aulas.

4. Coleta de dados durante cursos ministrados de forma interativa (no ano seguinte).
5. Comparação entre os grupos de controle e experimental.

Assumiu-se que, para cada curso, os estudantes do grupo de controle e do grupo experimental eram semelhantes em aspectos que pudessem influenciar os efeitos da instrução interativa. Essa hipótese foi testada usando o conhecimento anterior dos estudantes e sua concepção de ensino. Não só o conhecimento prévio de conteúdos relevantes, mas também as expectativas dos alunos quanto ao curso influenciaram sua percepção das aulas e seu desempenho. Foram aplicados testes e questionários aos dois grupos. Os grupos de controle e experimental do curso I foram considerados estatisticamente similares, pelo teste *t-student*, mas diferenças significativas foram encontradas entre os grupos do curso II. Assim, para esse curso, os testes para o efeito da educação ativa contiveram correções estatísticas para as diferenças observadas.

Para medir o impacto das aulas interativas, foi adotado o seguinte procedimento:

1. Todas as aulas foram analisadas por um observador, que fazia anotações sobre itens considerados importantes, buscando verificar se diferenças objetivas podiam ser percebidas entre o grupo de controle e o experimental.
2. Ao término dos cursos, os alunos responderam um questionário para avaliação das aulas.
3. O tempo despendido no estudo foi estimado a partir da resposta dos alunos sobre quantas horas semanais eles gastaram nas aulas e em atividades de estudo fora da sala de aula.
4. As notas dos exames foram consideradas.

Esse estudo concluiu que: 1) tanto o observador quanto os estudantes notaram diferença significativa no comportamento dos professores quanto à interatividade das aulas; 2) a interatividade aumentou a motivação dos alunos; 3) não foi encontrado impacto sobre o estudo individual dos alunos; e 4) os resultados dos alunos (em notas) foram melhores com as aulas participativas.

Portanto, nesse caso, há indícios da propriedade da utilização de computadores para incrementar a interatividade do ensino, desde que acompanhada de monitoramento adequado.

2.2.3 Métodos colaborativo e cooperativo de aprendizagem

Nas empresas e organizações, o engenheiro está se tornando cada vez mais envolvido com trabalho colaborativo em grupos. Ser cooperativo e interativo está entre as habilidades essenciais para qualificar qualquer profissional que atuará no novo milênio (EL-RAGHY, 1999; OLIVEIRA e SEIXAS, 2001).

Para alguns autores, a efetividade de um método de ensino depende do seu objetivo, do estudante, do conteúdo e do professor, mas está relacionada também com “alunos ensinando outros alunos”. Ensino e aprendizagem em grupos podem ser extremamente efetivos para uma ampla faixa de objetivos, conteúdos e estudantes de diferentes níveis e personalidades (MICHAU, GENTIL e BARRAULT, 2001; McKEACHIE, 2002).

Existem duas razões principais para usar aprendizado colaborativo e cooperativo em aulas de engenharia: 1) pesquisas têm mostrado que estudantes aprendem melhor quando trabalham juntos do que quando estão sozinhos ou competindo entre si; e 2) ensino cooperativo estimula estudantes a praticarem trabalho em equipe e habilidades de comunicação em grupos pequenos (FELDER e BRENT, 1999; MASTEN et al., 2002). Dessa forma, estudantes que aprendem em grupos, realizando tarefas e solucionando problemas, estão mais próximos de sua realidade profissional.

A distinção entre cooperação e colaboração baseia-se na distribuição de funções entre os membros do grupo e na participação individual de cada um nas atividades. Trabalho cooperativo é realizado pela divisão de tarefas entre os participantes, em que cada membro se torna responsável por uma parte da solução do problema. Todos os componentes do processo de construção do conhecimento, como estabelecimento de objetivos, pesquisa, explicações ou busca por informação científica, podem ser divididos ou distribuídos entre os estudantes. A colaboração está relacionada ao envolvimento mútuo de todos os participantes em um esforço coordenado para solução de um problema. LEWIS (2002) define aprendizado colaborativo ou em grupo como “método instrucional no qual estudantes são estimulados a trabalharem juntos, em grupos pequenos, para realização de tarefas requeridas pelo professor”.

Segundo FELDER e BRENT (1999), cinco critérios devem ser obedecidos para que o processo seja caracterizado como cooperativo: 1) interdependência positiva – membros devem depender uns dos outros para atingir a meta; 2) responsabilidade

individual – cada membro é responsável por fazer sua parte do trabalho e dominar todo o material; 3) interação face a face – toda a tarefa ou parte dela é realizada com os membros trabalhando juntos; 4) uso apropriado de habilidades interpessoais – quando necessário, os membros praticam e recebem instruções de liderança, tomada de decisão, comunicação e administração de conflitos; e 5) avaliação regular do funcionamento do grupo – as equipes periodicamente refletem, periodicamente, sobre como estão trabalhando em conjunto, o que podem melhorar e o que farão diferente no futuro.

O que importa em um trabalho cooperativo, de acordo com MOURA, AZEVEDO e MEHLECKE (2001), é a busca por um objetivo comum, resultando na construção do saber que acontece por meio do compartilhamento de informações e conhecimentos entre os participantes. O grupo encontra uma estratégia para solucionar um problema de forma cooperativa, mediada pela interação e comunicação que são essencialmente sociais, tornando, assim, a aprendizagem significativa e efetiva.

Muitos professores alegam que menos conteúdo é coberto quando são aplicados métodos de ensino cooperativo em grupo, mas WANKAT (2002) afirma que o conteúdo incluído é tratado com maior profundidade, e que as notas de provas são normalmente as mesmas ou melhores nos modelos de ensino que empregam cooperação e colaboração, comparadas com aquelas obtidas em aulas expositivas. Com a abordagem cooperativa e colaborativa, o material educativo passa a ser focado nos assuntos e nas questões levantadas pelos alunos. O conteúdo do curso é dinâmico, assim como o processo de revisão, que passa a ser contínuo, baseado no retorno oferecido pelos grupos (LUCENA e FUKS, 2000).

O ensino baseado em cooperação e colaboração entre alunos difere do modelo tradicional de transferência direta de informações, no qual o professor é considerado distribuidor único de conhecimentos e habilidades. Os princípios da metodologia de aprendizagem cooperativa e colaborativa têm como base o modelo centrado no aluno, considerado um participante ativo. Portanto, o papel do educador nesse modelo de ensino é muito diferente do que nas aulas expositivas (MICHAU, GENTIL e BARRAULT, 2001; WANKAT, 2002; MURRAY e MASON, 2003). O professor estrutura as tarefas e os grupos e, mais importante, estimula os estudantes a cooperarem uns com os outros e a aprenderem juntos.

A necessidade de cooperação e colaboração entre alunos pode desenvolver autonomia, espírito crítico e atitude de trabalho coletivo (BEHRENS, 2001). Para

obterem sucesso, a tarefa dos alunos no aprendizado em grupo é questionar, explicar, expressar opiniões, admitir confusão e revelar erros, mas, ao mesmo tempo, o aluno deve ouvir seus colegas, responder suas questões, questionar suas opiniões e dividir informações ou conceitos que tornarão claras as suas dúvidas. A realização dessas tarefas requer tanto habilidades interpessoais, como cognitivas. Nesse sentido, LUCENA e FUKS (2000) sugerem que o professor incentive cada grupo de trabalho a fazer comentários sobre as contribuições de seus colegas, tendo, assim, postura ativa e tornando o processo de aprendizagem ainda mais cooperativo.

Em relação à motivação, McKEACHIE (2002) afirma que o aprendizado em grupo tem a vantagem da interação com um colega de classe – uma oportunidade para apoio e estímulo mútuos. A motivação surge em grupos de trabalho porque cada membro somente pode atingir seus objetivos próprios se todos os outros membros do grupo também obtiverem sucesso. Sendo assim, membros de um grupo devem ajudar uns aos outros, visando o sucesso coletivo, e encorajar seus colegas de grupo a exercerem máximo esforço.

WANKAT (2002) sugere que ao final de um trabalho em grupo seja realizada a apresentação dos resultados para toda a classe ou a publicação do trabalho. LUCENA e FUKS (2000) consideram a publicação de projetos uma forma de compartilhar experiências, viabilizando a modelagem, a discussão e a revisão de projetos que são publicados ou disponibilizados para todos os grupos.

BEHRENS (2001) descreve as etapas de um projeto de aprendizagem colaborativa, esquematizadas na Fig. 3.

De acordo com McKEACHIE (2002), é pouco esperado que o processo de aprendizagem em grupo falhe. Entretanto, a construção de habilidades cognitivas e de estruturas complexas de conhecimento, por meio de técnicas de aprendizagem em grupos cooperativos, não acontece automaticamente. Para melhorar as possibilidades de entendimento mútuo e de interação social relacionadas à realização de tarefas, são necessárias ferramentas de interação, adequadamente relacionadas aos novos conceitos a serem aprendidos e à experiência e aos conhecimentos prévios dos estudantes.

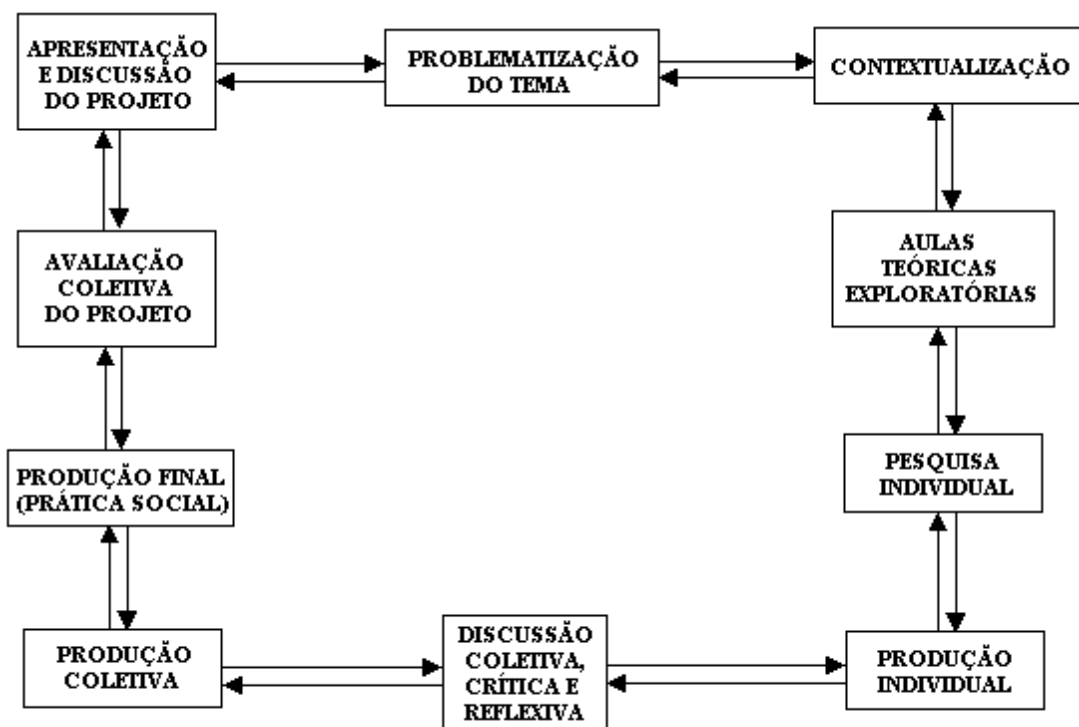


Figura 3 – Fases para a realização de um projeto de aprendizagem colaborativa (BEHRENS, 2001).

O rápido desenvolvimento e a expansão da tecnologia de trabalho em grupo via computador têm tido forte influência nos métodos utilizados na aprendizagem colaborativa e diferentes ferramentas computacionais têm sido desenvolvidas para esse fim. Métodos colaborativo e cooperativo de aprendizagem mediados pelas novas tecnologias estão se tornando cada vez mais comuns na educação e estão freqüentemente relacionados à comunicação mediada por computador (MURRAY e MASON, 2003). Os ambientes computacionais para aprendizagem cooperativa têm sido mais empregados para apoio à educação a distância, mas a utilização para o ensino presencial também está prevista.

Um processo colaborativo de pesquisa nos novos ambientes de aprendizagem pode ter potencial para estimular estudantes a trabalharem no limite de sua competência, ao invés de permanecerem na simples rotina de solução de problemas e, conseqüentemente, cria novas condições de adaptação cognitiva na escola. Para esse fim, devem ser disponibilizados aos estudantes métodos flexíveis, para ajudá-los a externalizar suas idéias e tornar seu processo de raciocínio e entendimento transparente

a outras pessoas, ou seja, o ambiente de ensino e os métodos de trabalho aplicados devem levar os estudantes à reflexão mútua.

A quantidade e a qualidade de pesquisas sobre aprendizagem colaborativa vem crescendo de forma contínua e atualmente é um dos tópicos de maior expansão em estudos educacionais, muitos dos quais mostram a efetividade das condições cooperativas e colaborativas no ensino, o que é especialmente verdadeiro quando a divisão de tarefas e os incentivos coletivos resultam no sucesso acadêmico de todos os membros do grupo.

Existem, no entanto, muitas questões ainda não respondidas e divergências sobre como e, mais importante, sob que condições, os métodos colaborativos de ensino-aprendizagem afetam, na maioria das vezes de forma positiva, os resultados dos alunos. MURRAY e MASON (2003) citam algumas dessas questões:

- Como os grupos podem, com objetivos coletivos, trabalharem colaborativamente usando as novas tecnologias?
- Quais problemas podem ser esperados e quais são os benefícios?
- De que forma o trabalho em grupo on-line difere do presencial?
- Quais as implicações para professores e estudantes?

Conversação, perspectivas múltiplas e argumentos que surgem em grupos de trabalho podem explicar porque cooperação e colaboração geram maior desenvolvimento cognitivo do que aquele obtido pelos mesmos estudantes quando trabalham sozinhos. O método de trabalho em grupo ajuda estudantes a fazerem conexões intelectuais e aumenta sua auto-estima. Dessa forma, os alunos valorizam mais os diferentes pontos de visão, aumentam sua empatia, melhoram suas atitudes diante de outros estudantes e se tornam mais dispostos à cooperação em geral.

A teoria do aprendizado colaborativo, segundo LEWIS (2002), sugere que o uso de fóruns de discussão favorece o contato direto dos alunos com o conteúdo do curso, os quais não se comportam apenas como estudantes passivos. A partir dessa interação, os estudantes participam ativamente do processo de aprendizado, construindo seu próprio conhecimento, ao invés de apenas desenvolverem habilidades de memorização. Na organização de uma ambiente on-line com base nos princípios da cooperação são também recomendáveis a disponibilização preliminar de material que enfatize a

necessidade do envolvimento do aluno para promover interatividade e a publicação de mensagens assíncronas especificamente elaboradas para promover conversação.

Quando pequenos grupos discutem primeiro o material em estudo e, então, o dividem com toda a classe, a quantidade e a qualidade das discussões e as habilidades de comunicação oral dos estudantes melhoram. Os alunos desenvolvem competências necessárias ao trabalho em grupo, por exemplo, como discordar de algo de forma construtiva e como manter a concentração do grupo. Quanto mais envolvidos em grupos pequenos, maior o desenvolvimento de habilidades interpessoais e de liderança (WANKAT, 2002).

Portanto, as características que contribuem para a obtenção de bons resultados incluem: os grupos são estimulados a dedicarem mais tempo às tarefas, o que é necessário para o aprendizado; a capacidade de refletir é desenvolvida pela conversação contínua sobre o tema de um trabalho acadêmico em grupo; o ato de ensinar outros membros ocorre naturalmente nos grupos, aperfeiçoando o aprendizado; e métodos de trabalho em grupo geralmente envolvem aprendizagem ativa, ao invés de passiva.

Apesar da publicação de muitos trabalhos sobre aprendizagem cooperativa e colaborativa durante os últimos anos, poucos experimentos bem controlados foram realizados, os quais poderiam responder as questões sobre aplicabilidade desse método de ensino-aprendizagem em salas de aula tradicionais e sobre o valor adicionado dos computadores e das discussões via Internet, em comparação com os ambientes de aprendizado colaborativo sem tecnologia (WILLIAMSON, BERNHARD e CHAMBERLIN, 2000).

2.3 Emprego de tecnologias no ensino

Todo método de ensino utiliza, de fato, algum tipo de tecnologia, seja material impresso, quadro-negro e giz, ou computador. A educação é e sempre foi um processo complexo que utiliza meios de comunicação como complemento ou apoio à ação do professor em sua interação direta com os alunos (BELLONI, 2001). Então, a questão não é se será usado algum recurso tecnológico para ensinar, mas quais tecnologias serão usadas.

Atualmente, a tecnologia de interesse é o computador e suas aplicações, particularmente a Internet e a *web*. Os usuários desses ambientes se movem com grande liberdade de escolha entre os conteúdos com estrutura de hipertexto, os quais geralmente se apresentam em diferentes formatos, tendo assim o controle sobre suas decisões de navegação (RODRIGUEZ-ARDURA e RYAN, 2001).

A preocupação da sociedade com a qualidade de ensino, o crescimento da demanda por formação continuada e a constante evolução das tecnologias da informação e da comunicação colocam o ensino mediado por computador no centro das atenções (VIEIRA e LUCIANO, 2001). A “revolução tecnológica” que acontece atualmente tem transformado a maneira pela qual se tem aprendido e ensinado (PORTUGAL, 2003). A tecnologia é entendida como mais um dos recursos a serem integrados ao projeto pedagógico da escola, como mediadores do projeto educativo, oferecendo diversas formas para melhorar e expandir atividades educacionais.

Para BRASILEIRO FILHO e MACHADO (2002), a integração da Internet aos sistemas educacionais, presenciais ou à distância, facilita a concepção de formas mais eficientes e flexíveis de promoção do aprendizado. As tecnologias de informação e comunicação podem ajudar nos muitos problemas da aprendizagem, além de permitir que professores gastem mais tempo explorando novas ferramentas para ensinar seu conteúdo e fornecer atenção individual às necessidades de aprendizado dos estudantes.

Os recentes avanços tecnológicos nas áreas de *hardware* e *software*, o aparecimento e a disseminação de recursos, como CD-ROM, hipertexto, multimídia e hipermídia⁶, permitiram transformar o computador em um novo meio de acesso à informação e ao conhecimento (GUERRA, 2000). Se adequadamente usado, o computador torna-se instrumento capaz de favorecer a reflexão do aluno, viabilizando a sua interação ativa com determinado conteúdo de uma disciplina ou de um conjunto de disciplinas (OLIVEIRA, COSTA e MOREIRA, 2001). TORRES (2000) considera que

⁶ O hipertexto refere-se a um conjunto de textos interligados hierarquicamente, facilitando a navegação do leitor pelos diversos assuntos ali integrados. O termo multimídia significa a presença de recursos sonoros, imagem e animação nos sistemas de informática. Hipermídia é o conjunto formado pela utilização da multimídia associada a sistemas de hipertexto, de modo que a informação digital, apresentada em diferentes formatos, se distribui por meio de *links* (conexões) no hipertexto (PINHO, 2000; OLIVEIRA, COSTA e MOREIRA, 2001). Esse sistema de organização e apresentação facilita o papel ativo do leitor no processo de visualização do conteúdo, escolhendo os trajetos de sua exploração (navegação), não necessariamente em seqüência linear, e decidindo o ritmo desse processo (RODRIGUEZ-ARDURA e RYAN, 2001).

a situação ideal é fazer com que o indivíduo pense sobre muitas coisas ao mesmo tempo, coordenando as várias relações estabelecidas, o que é possível, principalmente, por meio do computador.

O uso de tecnologia da *web* para suplementação de tarefas e administração de cursos é uma atividade crescente na maioria das universidades (WALLACE e MUTOONI, 1997; MENDES FILHO et al., 2001). A introdução da tecnologia no método tradicional de ensino quebra limitações de tempo e de espaço e permite a criação de novas formas de acesso e apresentação da informação, não mais limitada ao ambiente escolar. O aperfeiçoamento da capacidade de comunicação permite ao aluno pesquisar a informação de seu interesse onde quer que ela se encontre, transformando, assim, a relação vertical entre professor e aluno (GUERRA, 2000).

A instrução baseada na *web* apresenta grande potencial para o ensino focado no estudante por permitir superar as restrições de tempo, espaço e seqüência. Essa nova forma de ensino pode ser vista como um repertório de estratégias instrucionais implementadas em um ambiente construtivista e orientadas para a cognição e para o aprendizado cooperativo. Para LUCENA e FUKS (2000), esses são os conceitos-chave: orientação para a cognição, ambiente construtivista e aprendizado cooperativo.

A introdução das tecnologias de informação e comunicação no ensino facilita o alcance do conhecimento e do saber para a população em geral; acelera o processo de conhecimento específico e global, explorando informações em tempo real; e torna-se essencial à formação de todas as profissões, por possibilitar o desenvolvimento de habilidades que estão sendo requeridas no mercado de trabalho. Permite, ainda, uma forma de aprendizado mais ampla, em que os alunos trabalham em grupo, comunicam-se via Internet e desenvolvem capacidades de localizar, sintetizar e divulgar informações, ao mesmo tempo em que dominam o conteúdo programático do curso (MARTINS e RAMOS, 2001). Nessa perspectiva, é possível trabalhar com a informática como elemento motivador de uma postura autônoma e criativa do aluno, proporcionando uma nova dinâmica ao processo de construção do conhecimento.

O emprego de novas tecnologias no ambiente educativo pode ter os objetivos de enriquecer e complementar a educação tradicional, face-a-face, com auxílio de ferramentas altamente interativas e de auto-aprendizado, ou de substituir o método presencial de ensino-aprendizagem pela educação a distância (MICHAU, GENTIL e BARRAULT, 2001). No primeiro caso, o professor pode suplementar suas aulas

presenciais com um *site* na Internet (ou *webpage*), contendo informações e material didático. O ensino a distância não requer qualquer interação física entre estudantes e professores e toda a comunicação é realizada eletronicamente (EVANS et al., 2000).

Entre as contribuições da informática, OLIVEIRA, COSTA e MOREIRA (2001) citam o favorecimento do trabalho do professor, enriquecendo e diversificando a sua forma de encaminhar o processo de ensino-aprendizagem, e a ampliação dos níveis de abordagem dos conteúdos estudados, pelo que o computador oferece como alternativa para a realização de atividades curriculares ou pelas possibilidades de acesso à rede mundial da Internet como fonte de pesquisas e de interlocução científica. O uso da Internet oferece ao instrutor a oportunidade de aplicar novas técnicas para integrar estudantes, explicar conceitos claramente e estimular a pesquisa (MASTEN et al., 2002). Do ponto de vista pedagógico, a informática educativa focaliza a idéia de intercâmbio, inter-relação e pluralidade entre os saberes.

Vale ressaltar que o computador representa apenas um meio auxiliar de ensino e não um fim em si (TORRES, 2000). Portanto, é importante identificar condições ótimas para a aplicação das tecnologias de informação e comunicação, visando a obtenção de melhores resultados em um ambiente educativo específico (McKEACHIE, 2002). WANKAT (2002) considera que a tecnologia é apropriada em um curso se: 1) a tarefa realizada por meio da tecnologia é essencial ao curso; 2) a tarefa não pode ser feita tão bem, ou totalmente, sem tecnologia; e 3) se o custo adicional de capital e trabalho, devido ao emprego da tecnologia, é viável.

De acordo com OLIVEIRA e SEIXAS (2001), para que o ensino apoiado por computador tenha êxito na engenharia, é necessário que a instituição de ensino tenha uma mudança comportamental e se prepare para enfrentar os desafios pedagógicos apresentados pela informática educativa. O uso da informática no ensino exige um esforço constante dos educadores para transformar a simples utilização do computador em uma abordagem educacional que favoreça efetivamente o processo de conhecimento do aluno. Esse novo paradigma traz uma cultura tecnológica que constitui um crescente desafio para a educação, o qual oportuniza experiências inovadoras e criativas, com rico recurso visual e capacidade de armazenamento de dados. No entanto, sua aplicação deve ser discutida no projeto pedagógico da instituição, envolvendo todos os agentes educadores.

Existe, porém, certa incompatibilidade entre as culturas, as práticas educativas, as formas de organização e a própria concepção de educação tradicionais na estrutura organizacional do país e a instrução baseada na *web*. Parte das dificuldades para a utilização dos recursos da informática na educação e de uma certa resistência dos seus profissionais em incorporar as novas tecnologias está relacionada à própria história das tentativas de implantação da informática nas atividades escolares⁷.

Por sua vez, a criação de uma nova cultura e de novos paradigmas, valores e hábitos, ocorre a partir de práticas contraditórias, em que se alternam grandes experiências com fracassos, os quais, às vezes, acontecem simultaneamente (LUCENA e FUKS, 2000). Para MORAN (2002), experimentar, avaliar e experimentar novamente são ações imprescindíveis para a inovação e as mudanças desejadas e necessárias.

Considerando a história da educação brasileira e de suas instituições, BELLONI (2001) afirma que nenhuma política educacional poderá ter êxito sem competência institucional e política da parte dos sistemas educacionais, e das universidades públicas em particular, para reunir suas competências técnicas e científicas em um projeto institucional de mudança.

A principal dificuldade para os educadores são o tempo e o esforço requeridos para projetar e produzir material pedagógico de multimídia. Para que qualquer tecnologia de ensino seja adotada de maneira extensa, BURLESON, GANZ e HARRIS (2001) consideram essencial a minimização do esforço adicional por parte do professor. Mesmo aqueles mais bem intencionados não teriam tempo livre suficiente para aprender novos e complicados formatos de apresentação de suas aulas. Uma solução é envolver estudantes no processo de produção, especialmente para o desenvolvimento de *software* interativo e a elaboração de materiais didáticos informatizados. No entanto, o design e a atualização do *software* devem permanecer sob a responsabilidade do professor e do administrador do sistema computacional.

Na opinião de BELLONI (2001), os resultados na aprendizagem estão mais relacionados ao modo como um determinado meio tecnológico é usado do que a qualquer característica ou potencialidade técnica deste. Para otimizar o uso de novos métodos e ferramentas, professores devem inicialmente conhecê-los, o que torna emergente a educação contínua em tecnologias de informação e comunicação para

⁷ Sobre projetos brasileiros para introdução da informática na educação, vide PESSOA (2002).

professores. A fim de envolver os educadores na integração das novas tecnologias no ensino, a instituição deve oferecer-lhes treinamento e suporte financeiro. A formação continuada e o envolvimento em equipes de projetos inovadores poderão contribuir fortemente para mudanças no papel e nas mentalidades do corpo docente das instituições de ensino superior.

Após um consumo de tempo inicial, professores que usam intensivamente os recursos da *web* para ensino podem ser capazes de: obter material pedagógico de alta qualidade e bem estruturado; integrar referências on-line que enriquecem e atualizam seu próprio material; facilitar tarefas de auto-aprendizagem que ajudam estudantes a se tornarem ativos no processo educativo; e auxiliar a colaboração entre estudantes e grupos de trabalho, envolvendo também alunos de outras instituições e profissionais (MICHAU, GENTIL e BARRAULT, 2001). Além disso, uma vez tendo repensado e refeito seu método de ensino, adequando-o às novas tecnologias, há indícios de que esses educadores demonstram maior anseio em aperfeiçoá-lo.

BAILLIE e PERCOCO (2000) aplicaram questionários a professores para avaliar o emprego de tecnologias no ensino, em um estudo realizado no Imperial College. Os resultados indicam que 72% dos professores, de um total de 106 respondentes, usaram computador para ensinar ou para ajudar o aprendizado de seus alunos. Dos professores que nunca usaram computador, 30% responderam que a principal limitação para a incorporação de conteúdo didático mediado por computador em suas aulas foi a ausência de *software* e de *hardware* apropriados e de recursos financeiros para aquisição de *software* profissional.

A falta de tempo para treinamento de estudantes no uso do programa computacional, atualização do sistema e desenvolvimento de materiais adequados foi outra importante razão levantada por 27% dos professores. Alguns docentes (23%) consideraram o emprego do computador inadequado para sua disciplina, enquanto outros (10%) acharam que não era necessário usá-lo. Somente 10% dos professores mostraram resistência ao uso do computador por razões pessoais.

Outro questionário foi direcionado somente aos professores que usaram computador em suas aulas. Dos respondentes, 91% notaram que o computador foi útil como apoio ao ensino. Os principais motivos apontados (52%) foram as vantagens no processo de ensino, como a utilização de apresentações visuais, tutoriais interativos, flexibilidade (importante para as necessidades de aprendizado dos estudantes e para

grupos diferentes de professores), simulações da vida real, acesso à *web*, uso de gráficos, interpretação de medidas reais, estímulo à comunicação entre alunos e possibilidade de ensino a distância.

Quando questionados se o ensino mediado computacionalmente melhorou o aprendizado dos alunos, 96% dos professores responderam positivamente. A principal razão indicada foi a possibilidade de realizar experiências práticas no computador, fornecendo a oportunidade do aprendizado por simulações experimentais ou programas interativos, os quais, em geral, ajudaram a tornar mais concretos os conceitos abstratos. Em média, os professores relataram que o uso do computador foi efetivo porque aumentou a motivação e a retenção de conteúdos, permitindo aos alunos aprender em seu próprio ritmo, bem como encontrar soluções alternativas para problemas.

Em relação às desvantagens do uso do computador no ensino, os professores citaram: necessidade de equipamentos adequados (*software* e computador); atualização constante do curso; uso limitado; demanda de custo, espaço, tempo e suporte técnico; necessidade de habilidades computacionais prévias; acesso a grandes quantidades de informações ou o não conhecimento de como realizar uma busca adequadamente, o que pode sobrecarregar o estudante; e tendência do estudante em acumular material impresso sem o conhecimento prévio das informações que são realmente úteis. Para incentivar o emprego de computadores na educação, a maioria dos professores considerou que era necessário disponibilizar recursos técnicos adequados (*software* e *hardware*), principalmente para alunos, e providenciar melhor distribuição logística de computadores dentro da escola.

Em seu estudo, BAILLIE e PERCOCO (2000) concluem que, em geral, professores que usaram computador para ensinar, não o fizeram como parte real da estratégia pedagógica, mas somente como ferramenta adicional no processo de ensino-aprendizagem. Apesar das vantagens potenciais do emprego de tecnologia no ensino, os autores consideraram que os benefícios educacionais são difíceis de quantificar e que existe a necessidade de melhores avaliações da eficiência do processo de ensino-aprendizagem com tecnologia, comparado com o processo tradicional. Além disso, estudos da eficiência das tecnologias de informação e comunicação na educação deveriam ser capazes de gerar evidência consistente não somente no uso da nova tecnologia no ensino, mas também considerando contextos específicos de aprendizagem.

2.3.1 Comunicação mediada por computador

A comunicação mediada por computador – CMC – efetivamente atende aos princípios do construtivismo porque enfatiza o acesso a recursos e a extensão da colaboração entre os estudantes promovida pelo uso de discussões on-line. Conseqüentemente, muitos construtivistas argumentam que estudantes em um ambiente virtual podem construir conhecimentos por meio do aprendizado ativo e da colaboração e, dessa forma, aprendem com maior eficiência (LEWIS, 2002).

Recursos da Internet para apoio às discussões em grupo tornam possível a colaboração síncrona e assíncrona, pela introdução de uma estrutura que facilita o processo de divisão, organização e busca de informações, por meio de um espaço eletrônico interativo. Comunicação assíncrona e à distância pode tornar a colaboração mais intensiva, entre professores e estudantes no campus, fora da escola e até mesmo de outras instituições e, ou, países, com experiências acadêmicas e profissionais diversas (EVANS et al., 2000).

A capacidade de interação interpessoal é considerada um dos benefícios principais da tecnologia. O ideal seria que cada aluno pudesse se comunicar livremente e freqüentemente com professores, monitores e outros alunos, mas as limitações de tempo e os conflitos de horários dificultam essa prática (EVANS et al., 2000; BURLESON, GANZ e HARRIS, 2001; WANKAT, 2002). Uma solução simples e eficiente é o uso de correio eletrônico (ou *e-mail*) e salas de bate-papo (ou *chats*).

O correio eletrônico é uma aplicação popular da Internet, constituindo-se em um incentivo para que professores integrem esse recurso tecnológico em suas disciplinas, podendo ser utilizado como uma técnica para aprimoramento do ensino-aprendizagem (NASCIMENTO e TROMPIERI FILHO, 2002). O uso dessa ferramenta é o ponto de partida para a comunicação entre professor e alunos e entre os próprios alunos, mesmo quando utilizada em um curso presencial. O professor pode, por *e-mail*, esclarecer dúvidas dos alunos, solicitar sua participação em alguma atividade específica, encaminhar informações e receber atividades realizadas por eles.

Em relação à aprendizagem cooperativa e colaborativa, a informática permite o acompanhamento mais freqüente dos trabalhos ou projetos, pois é mais simples e rápido trocar mensagens por *e-mail* do que reunir todos pessoalmente para trabalhar em parcerias. Os retornos do professor via *e-mail* podem ser disponibilizados para todos os

alunos, para alunos individualmente ou para grupos específicos. Com a ajuda de listas de *e-mail*, os estudantes podem compartilhar documentos, comentar um trabalho com membros de seu grupo e se comunicar com o instrutor ou professor para expor dúvidas (BEHRENS, 2001; WANKAT, 2002). Outra vantagem é que alguns alunos com dificuldade de expressão em público podem tornar-se mais dispostos à participação via *e-mail*.

Algumas disciplinas de cursos de graduação e de mestrado da Universidade Federal do Ceará vêm contemplando os alunos matriculados com a utilização do correio eletrônico, visando melhorar o intercâmbio de informações entre alunos e entre estes e os professores. NASCIMENTO e TROMPIERI FILHO (2002) realizaram uma pesquisa para avaliar a opinião dos alunos sobre o uso do correio eletrônico e o sucesso instrucional proporcionado pela sua utilização. Aplicou-se um questionário, contendo duas escalas de opinião, em uma amostra aleatória de 123 alunos de disciplinas que usam o correio eletrônico. Os autores observaram que somente 27,6% dos entrevistados apresentaram alto nível de concordância nos 13 itens da escala referentes à utilização do correio eletrônico como recurso no ensino. Entretanto, 72,5% dos respondentes à escala com 12 itens sobre o sucesso instrucional e a troca de experiências apresentaram alto nível de concordância.

MURRAY e MASON (2003) citam algumas vantagens e desvantagens do uso de CMC em um contexto educacional. As vantagens incluem: possibilidade de aumentar o nível de participação e o envolvimento dos estudantes; estímulo ao tutoramento e ao aprendizado em grupo; adoção do modelo focado no aluno; estímulo ao entendimento e ao aprendizado mais profundos; apoio ao trabalho colaborativo; e possibilidade de manter e visualizar discussões realizadas em qualquer tempo.

Entre as desvantagens, esses autores citam: o início das discussões pode ser demorado; o acesso às atividades on-line pode ser problemático; o estímulo à participação ativa pode ser difícil; o acompanhamento de grandes volumes de discussões pode demandar muito tempo para alunos e professores; e professores podem ter que aprender novas habilidades de moderação on-line (ou adaptar aquelas já existentes). Há ainda que se considerar que a comunicação, em um ambiente presencial, não se dá somente em sua forma verbal; o professor pode perceber o nível de atenção que o conteúdo está despertando e até se a mensagem está sendo devidamente entendida pelo receptor por meio da observação de seu comportamento e expressões corporais.

Esse tipo de percepção fica necessariamente prejudicada em um ambiente virtual. Por isso mesmo, o diálogo em um sistema de comunicação on-line deve ser cuidadosamente estruturado, sendo uma das funções do moderador facilitar a participação ativa, o raciocínio e a reflexão profunda.

A comunicação via computador pode ser considerada impessoal, porque é normalmente baseada em textos, que não possuem significados visuais. Sendo assim, é mais fácil interpretar erroneamente uma mensagem de *e-mail* do que na comunicação face-a-face, uma vez que não existe linguagem corporal, nem entonação de voz (WANKAT, 2002). No entanto, para MURRAY e MASON (2003), leituras de mensagens não devem ser consideradas passivas, pois podem promover envolvimento ativo e reflexão sobre o que está sendo lido.

Outra crítica às muitas formas de CMC está relacionada à tendência de poucos membros em um grupo dominarem as discussões, ou da maioria não participar ativamente ou contribuir pouco com mensagens nas discussões de um fórum. Uma forma de induzir a participação de todos os membros de um grupo é atribuir determinados papéis a cada um deles, como os de seminarista, apresentador, debatedor e moderador (LUCENA e FUKS, 2000).

De modo geral, a CMC tem sido considerada como especialmente adequada para o desenvolvimento de análise e pensamento críticos e solução de problemas. NEWMAN, WEBB e COCHRANE (1995) e NEWMAN et al. (1996) comparam um curso tradicional com um curso assistido por CMC, no qual foi utilizado fórum de discussão na Internet para apoiar o aprendizado colaborativo. Os autores observaram que o uso do fórum de discussão resultou em melhor capacidade de pensamento crítico, sendo este proporcional ao nível de participação, porque estudantes tiveram mais materiais de aprendizagem disponíveis e relataram com maior frequência seus argumentos para outros estudantes. Em geral, os alunos que utilizaram o fórum experimentaram mais oportunidades de aprendizado do que aqueles no modelo tradicional.

Em muitas aplicações educacionais da CMC, os aspectos colaborativos da discussão em grupo têm sido mais frequentemente implementados e pesquisados. Segundo ASTLEITNER (2002), alguns elementos instrucionais podem contribuir para a avaliação do efeito do aprendizado colaborativo mediado por meios tecnológicos, mas esses elementos não foram ainda testados em pesquisas controladas.

Uma das muitas questões em relação a qualquer forma de tecnologia educacional mediada por computador é se seu emprego faz diferença, em termos de melhores resultados obtidos pelos estudantes e processos de aprendizagem mais efetivos e eficientes, ou se satisfaz todas as necessidades de estudantes e professores. Entretanto, essas questões são raramente respondidas por muitas estratégias educacionais tradicionais e não baseadas em computador e, por conseguinte, existem poucos dados objetivos sobre as novas tecnologias (MURRAY e MASON, 2003).

2.3.2 Ambientes educativos

VIEIRA e LUCIANO (2001) definem os ambientes educativos como “cenários que envolvem interfaces instrucionais para interação de alunos e incluem ferramentas para atuação autônoma e auto-monitorada, oferecendo recursos para aprendizagem coletiva e individual”. Os sistemas computacionais de apoio ao ensino (ou *softwares* educativos) são utilizados como complemento pedagógico em disciplinas escolares, auxiliando o professor em sala de aula ou na pesquisa e realização de tarefas fora do ambiente escolar.

FRANCIOSI et al. (2001) consideram os ambientes de aprendizagem baseados em tecnologias de informação e comunicação como sistemas abertos, cuja interface usuário-sistema é baseada em hipertexto e elaborada a partir de uma linguagem de programação específica (HTML, Java, asp etc.) ou alguma plataforma de gerenciamento de curso, como AulaNet, LearningSpace e WebCT.

De acordo com BRANDÃO (1998), o termo “*software* didático”, em sua concepção mais ampla, inclui programas de várias ordens: cursos de auto-instrução; programas que o professor pode usar em sala de aula como apoio a explicações e argumentos; unidades didáticas que incluem fases do trabalho no computador, com problemas predispostos; aplicativos adequados a um uso educativo específico; e programas demonstrativos, ou de cálculo, relativos a argumentos disciplinares.

Para OLIVEIRA e QUEIROZ (2001), o emprego de *software* educativo torna possível a criação de um espaço virtual de interação, onde professores e alunos podem trocar informações e experiências, debater assuntos de interesse comum, tirar dúvidas de exercícios propostos, estudar em grupo e participar de listas de discussão.

Um ambiente de ensino na *web* serve como repositório de informações e materiais do curso. A disponibilidade de notas de aula e textos de referência em um ambiente virtual permite a leitura prévia do material didático, o que pode tornar a aula expositiva mais proveitosa e dinâmica, visto que os alunos chegam à aula já sabendo o assunto a ser abordado. A leitura do material disponível serve também como guia de orientação aos alunos, em sua busca pela literatura adicional e complementar, indispensável para consolidação dos conceitos (TANNOUS e RODRIGUES, 2001).

Utilizando o ambiente educativo, os estudantes podem ter acesso, por exemplo, a: informações gerais (avisos, local e horário de atendimentos pessoais, critérios de avaliação etc.), descrição do curso, agenda e calendário de atividades, textos para leitura, guias de estudo, testes, tarefas, problemas práticos, biblioteca virtual com *links* para informações relevantes e fontes de pesquisa etc. Uma vantagem dos ambientes computacionais de ensino, segundo IRANDOUST e NIKLASSON (1999), é permitir a atualização constante dessas informações durante o curso ou a disciplina.

Os ambientes computacionais podem estimular estudantes, aumentar seu tempo dedicado às tarefas e melhorar seu aprendizado (WANKAT, 2002) e, ainda, ampliar sua experiência sensorial e cognitiva, devido ao uso de conteúdo multimídia (BURLESON, GANZ e HARRIS, 2001). A tecnologia de multimídia agrega aos conteúdos as potencialidades do som, do vídeo e da criação da linguagem dinâmica, capaz de ser integrada ao acervo de conhecimentos do estudante por meio da sensibilização de diversas áreas de sua cognição (visual e auditiva, por exemplo).

WILLIAMSON, BERNHARD e CHAMBERLIN (2000) utilizaram *slides* do PowerPoint® para apresentar notas de aulas na tela do computador, em um curso à distância experimental. Os autores citam como vantagem desse tipo de *software* a capacidade de usar cores e gráficos, o que pode ser difícil ou até mesmo impossível de fazer em um quadro-negro. A produção de imagens visuais e de expressões matemáticas para os *slides* requer tempo disponível fora da sala de aula, mas certamente resulta em apresentações de qualidade superior, quando comparadas com aulas tradicionais.

Mesmo reconhecendo os diversos benefícios que a informática vem trazendo à educação, BRANDÃO (1998) afirma que a simples presença de computadores em sala de aula não é suficiente para assegurar melhorias no ensino se não for observada a qualidade do *software* utilizado. Os programas educativos em computador devem ser desenvolvidos sob orientação pedagógica, considerando o contexto educacional no qual

será implantado. O planejamento deve incluir os objetivos pedagógicos do programa, as ferramentas a serem utilizadas e, conseqüentemente, a definição dos critérios para escolha do *software*.

Para maior eficiência na transmissão de informações e conteúdos, o *software* educativo deve ser ativo, de forma a permitir interatividade com o usuário por diversos meios como, por exemplo, pela simulação de modelos, solução de problemas e análise de representações gráficas, utilizando recursos atrativos como Internet, CD-ROM, multimídia, hipertextos, além de programas de simulação. A comunicação entre o usuário e o *software* ocorre por meio da interface empregada, que deve ser, portanto, simples e intuitiva, levando à ação e à reflexão.

GUERRA (2000) cita algumas características que um projeto de *software* educativo deve possuir, entre elas: figuras digitalizadas e diagramas relacionados aos tópicos; sistemas de orientação básicos; sistemas de navegação lineares e não-lineares; referências bibliográficas adicionais; tópicos de ajuda on-line; *links* para outros aplicativos; espaço para que usuários possam colocar comentários, críticas, questões e anotações; possibilidade de impressão dos conteúdos, realização de modificações e atualizações no programa; e apoio ao trabalho cooperativo entre alunos. A possibilidade de inclusão de senha e identificação para os usuários também é importante, a fim de garantir a segurança dos dados e a possibilidade de monitorar o acesso ao programa. Da mesma forma, a definição de uma agenda que garanta uma frequência mínima de acesso ao *software*, particularmente pelo professor, é essencial para que as informações circulem tempestivamente, evitando desencontros e descoordenação quanto aos compromissos de cada agente.

A comunidade científica e as instituições de ensino proporcionaram, por meio da Internet, a criação de cursos não presenciais e, com o objetivo de implementação desses cursos, foram criados diversos *softwares* gerenciadores, os quais também podem ser aplicados em cursos presenciais (TANNOUS e RODRIGUES, 2003).

Entre os *softwares* educativos comerciais, Blackboard e WebCT são os mais comumente usados (MURRAY e MASON, 2003). O WebCT – *Web Course Tools* – é um *software* para criação de ambientes de aprendizagem pela Internet desenvolvido pela University of British Columbia, do Canadá. Trata-se de um ambiente comercial de fácil criação de cursos na *web*, sem a necessidade de conhecimentos de programação.

O WebCT também provê grande variedade de ferramentas e funcionalidades que podem ser adicionadas a um curso, incluindo sistema de conferência, *chat*, ferramenta para acompanhamento do progresso dos alunos, distribuição de notas, ferramentas de navegação, testes de múltipla escolha, correio eletrônico, geração de índice automático, calendário do curso, *homepage* dos estudantes, sistema de pesquisa no conteúdo do curso etc. Esse *software* ainda proporciona ferramentas estatísticas que permitem ao professor acompanhar o acesso individual ao curso e o desenvolvimento da turma no decorrer do período letivo.

TANNOUS e RODRIGUES (2003) utilizaram o WebCT como ferramenta de auxílio didático à disciplina Fenômenos de Transportes I, do curso de Engenharia Química da UNICAMP, em caráter experimental. Apesar do curso ser presencial, a utilização do *software* permite o acesso prévio ao conteúdo ministrado em sala de aula, além da interação, promovida por meio das ferramentas de comunicação (*chat*, *e-mail* e fórum de discussão). Essa metodologia foi avaliada durante dois semestres, junto ao corpo discente, e seus resultados foram considerados satisfatórios.

YIP (2002), entretanto, afirma que os recursos do WebCT são incapazes de auxiliar os vários processos da aprendizagem baseada em problemas, em particular o planejamento e o controle de projetos e as discussões privadas para aprendizado colaborativo, importantes para esse tipo de metodologia.

O LearningSpace, da Lotus-IBM®, também é um *software* educativo comercial, o qual provê o desenvolvimento rápido e fácil de conteúdos on-line. Os cursos são criados e editados no ambiente Lotus Notes® e são formatados como um link HTML na Central LearningSpace, que é o meio de acesso dos alunos a todos os cursos. Os instrutores ou professores podem atualizar o material disponível por meio do processo de replicação com o ambiente servidor. O professor utiliza recursos computacionais simples, seguindo passos na própria interface do *software*, sem a necessidade de qualquer tipo de programação. O material didático é desenvolvido em ambiente interativo, contendo ferramentas de auxílio ao processo de ensino-aprendizagem. O professor tem conhecimento do progresso de cada estudante durante o desenvolvimento do curso, providencia *feedback* para alunos e equipes, disponibiliza pesquisas e avaliações e corrige provas e testes de respostas rápidas.

O uso de linguagens de programação mais avançadas e de recursos multimídia cada vez mais simples de serem absorvidos e administrados pelo usuário permite que

algumas instituições desenvolvam seu próprio ambiente, a exemplo do Massachusetts Institute of Technology – MIT, cujo Departamento de Engenharia Mecânica criou plataformas computacionais para mediar cursos de mecânica dos fluidos⁸ (MURRAY e MASON, 2003). Para GUERRA (2000), a produção de *software* educativo não apenas se tornou uma atividade possível nas instituições de ensino, mas também ofereceu maior liberdade de criação, inclusive para o próprio professor.

De acordo com OLIVEIRA, COSTA e MOREIRA (2001), as atividades relativas ao planejamento, desenvolvimento e avaliação de *software* educativo são:

1. Escolha do conteúdo.
2. Explicitação dos conceitos fundamentais que o compõem, relacionados ao desenvolvimento de esquema de pensamento que torne possível ao usuário a reorganização progressiva de novos conhecimentos. A identificação desse conjunto de conceitos, se utilizada como base para o desenvolvimento do *software* educativo, viabilizará a necessária flexibilidade de acesso do aluno ao conteúdo, dadas suas características diferenciadas de aprendizagem.
3. Definição da estrutura do *software*, na qual está prevista a existência de cada tela ou grupo de telas que vão compor o programa. Todas as ligações possíveis entre as telas (*links*) são também definidas nessa atividade, permitindo o estabelecimento de uma seqüência possível de telas que, pela lógica inerente ao conteúdo, permita ao aluno construir seu conhecimento.
4. Desenvolvimento das telas (*layout* e planejamento), considerando linguagem e estética, abrangendo a distribuição adequada dos textos, imagens, cores, efeitos visuais e efeitos sonoros.
5. Implementação das telas, contendo todas as funções previstas. Essa atividade envolve decisões sobre a linguagem computacional a ser utilizada na construção do *software*, cuja definição será uma das atribuições da equipe produtora. Existem atualmente linguagens que, além de serem mais acessíveis do ponto de vista do investimento necessário à produção do *software*, dispensam a presença de um programador. Nesse caso, pressupõe-se o uso mais restrito do ambiente educativo a uma instituição ou ao trabalho particular de uma disciplina.

⁸ <http://hyperweb.mit.edu:8080/curhyp.html>

6. Utilização, avaliação e manutenção do *software* educativo. A equipe responsável por sua produção deve estar atenta às reações dos alunos nas primeiras vezes em que o *software* é utilizado, em situação experimental, para que as modificações que se fizerem necessárias sejam realizadas em tempo hábil. É importante que no lançamento de novas edições sejam viabilizados os devidos ajustes que garantam seu melhor aproveitamento. Espera-se que essa manutenção constante torne-se mais ágil e eficiente com o aumento da experiência da equipe.

MICHAU, GENTIL e BARRAULT (2001) desenvolveram um ambiente educativo na *web*, chamado de HADOC⁹, como apoio ao ensino de Engenharia de Controle do Grenoble National Polytechnic Institute, permitindo exploração e estudo de conceitos básicos por meio de hipertextos, simulações, ilustrações gráficas e exercícios.

MASTEN et al. (2002) investigaram estratégias para o ensino da disciplina Introdução à Engenharia Ambiental, na Michigan State University, com novos recursos instrucionais, incluindo experiências com trabalho em grupo, design e uso de tecnologias de ensino avançadas, envolvendo a *web*. Os autores desenvolveram um *software* educativo usando linguagem JavaScript e HTML, e incluíram nele notas de aulas preparadas em PowerPoint®. Com base em questionários aplicados, os autores concluíram que os alunos da disciplina aprovaram a disponibilização do material do curso na *web*. No entanto, os alunos não utilizaram informações complementares, como tutoriais, a menos que seu uso fosse requerido pelo professor.

GARDNER, SHERIDAN e WHITE (2002) analisam o desenvolvimento e a aplicação de um sistema de aprendizagem mediada por computador, denominado CECIL, na Auckland Business School. Após sua implementação, em 1996, surgiram outros *softwares* semelhantes, como Blackboard e WebCT, mas esses produtos possuem limitada estrutura de dados comparativamente ao CECIL, que em um ano provê suporte para cerca de 835 cursos e é usado por 470 professores na universidade. O *site* é um dos mais utilizados na Nova Zelândia, com mais de três milhões de acessos por semana.

A interface do sistema é dividida em duas áreas principais: a do instrutor e a do aluno, que contém acesso aos cursos, materiais didáticos, agendas, exercícios on-line com *feedback* imediato e sistemas de comunicação com notícias, grupos de discussão e conferências virtuais. A interface do instrutor provê acesso a dados sobre os estudantes,

⁹ <http://www-hadoc.ensieg.inpg.fr>

suas entradas na rede, exercícios e leituras realizadas e sistemas de comunicação, além de ferramentas para inclusão de referências, testes etc. O sistema permite, ainda, que professores organizem todo seu material de ensino e pesquisa e compartilhem-no com colegas e estudantes.

Os autores relatam que diversos estudos realizados na Auckland Business School indicaram evidências de melhoria nos resultados da aprendizagem com a utilização do CECIL. A partir de questionários, foi possível concluir, por respostas significativamente positivas dos alunos, que eles consideram o sistema útil e obtêm vantagem em seus estudos por meio dele.

Segundo os autores, houve algumas dificuldades durante a implementação do CECIL, o que indica a necessidade de uma equipe de suporte para facilitar o acesso do usuário e solucionar eventuais falhas. Os benefícios do compartilhamento de dados e recursos foram, contudo, considerados elevados e suficientes para superar os custos de desenvolvimento e manutenção do sistema.

SABARIZ e BARRETO (2001) criaram um *software* para apoio à disciplina Materiais de Construção Mecânica I, da Fundação de Ensino Superior de São João Del Rey, oferecida a estudantes do curso de Engenharia Mecânica. Metade dos alunos de uma turma utilizou os recursos da Internet de suas residências. Apesar de não participarem de todas as aulas presenciais, esses alunos demonstraram melhor aproveitamento nas notas, por meio do rendimento escolar registrado em provas presenciais. Os autores também concluem que os alunos à distância demonstraram maior capacidade de comunicabilidade e construtivismo do conhecimento.

PEREIRA e FURTADO (2002) descrevem a integração de dois ambientes computacionais para melhorar a interação entre usuários de um curso de educação a distância. O objetivo é integrar ferramentas de gestão do conhecimento existentes em ambientes de aprendizagem corporativa, como o MC2, ao ambiente educativo CADInet¹⁰.

O propósito do ambiente MC2 é promover o conhecimento nas organizações, por meio de suas diversas funcionalidades de apoio à colaboração e ao conhecimento. O outro ambiente, CADInet, foi desenvolvido com apoio da Universidade de Fortaleza – UNIFOR, juntamente com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e

¹⁰ <http://ead.unifor.br/cadinet>

Tecnológico – CNPq, para professores criarem cursos on-line, disponibilizarem materiais didáticos e acompanharem a aprendizagem dos alunos. O CADInet vem sendo experimentado pela UNIFOR desde 2001 nos cursos à distância para capacitação dos docentes, bem como auxiliando disciplinas presenciais dos cursos de graduação. Por ser baseado na comunicação para construção do conhecimento, esse ambiente possui ferramentas que possibilitam interações assíncronas (fóruns, *e-mails* e formação de grupos de estudo virtuais) e síncronas (videoconferência) entre usuários.

Outros exemplos de ambientes educativos desenvolvidos no Brasil são: AulaNet, Eureka, A Feira, ProInfo e TelEduc (NITZKE e CARNEIRO, 2001; TANNOUS e RODRIGUES, 2003). Esses *softwares*, descritos a seguir, permitem a disponibilização de material didático em um ambiente virtual, a aplicação de testes on-line e a utilização de *chats* e *e-mails* específicos para discussões e comunicação interativa entre os usuários.

- AulaNet¹¹: ambiente cooperativo de aprendizagem na *web*, desenvolvido no Laboratório de Engenharia de Software do Departamento de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio, tendo como objetivos a criação e a assistência a cursos à distância.
- Eureka¹²: projeto de pesquisa desenvolvido no Laboratório de Mídias Interativas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUC-PR, com o objetivo de implementar um ambiente baseado na *web* para aprendizagem cooperativa; visa promover educação e treinamento à distância usando a Internet como meio de criação de comunidades virtuais que participam de cursos tradicionalmente presenciais.
- A Feira¹³: ambiente criado para complementar aulas presenciais, apresentando apenas uma estrutura básica de apoio a domínios de conhecimento transdisciplinares, a qual vai sendo construída cooperativamente pelos usuários; a única ferramenta de comunicação é uma lista de discussão disponibilizada por correio eletrônico.

¹¹ <http://guiaaulanet.eduweb.com.br>

¹² <http://www.lami.pucpr.br/eureka/paginainicial.asp>

¹³ <http://www.ufrgs.br/tecvege/feira>

- ProInfo¹⁴: ambiente para o Curso à distância do Programa Nacional de Informática na Educação do MEC, desenvolvido na década de 90 para auxiliar a formação continuada dos multiplicadores vinculados ao projeto, mas atualmente está disponível para outras aplicações.
- TelEduc¹⁵: ambiente para produção, participação e administração de cursos na *web*; sua criação teve como alvo o processo de formação de professores para informática educativa, baseado na metodologia de formação contextualizada desenvolvida por pesquisadores do Núcleo de Informática Aplicada à Educação da UNICAMP. O ambiente foi desenvolvido de forma participativa, i. e. todas as suas ferramentas foram idealizadas, projetadas e depuradas segundo necessidades relatadas por seus usuários.

O principal enfoque dos ambientes AulaNet e Eureka é permitir a interação entre os participantes na discussão de materiais previamente preparados pelo professor. Considera-se que são muito eficazes e fáceis para operacionalizar dentro de um contexto de ensino que privilegia a exposição de materiais e o repasse de informações.

O AulaNet tem uma estrutura aberta, configurável e dinâmica, para apoiar a organização e a manipulação de conteúdos de disciplinas. O ambiente é fundamentado nas relações de trabalho cooperativo, manifestadas nas interações dos alunos com seus instrutores, com outros alunos e com os conteúdos pedagógicos. O material didático é elaborado fora do ambiente (off-line), podendo ser utilizado qualquer editor de textos, fotos, gráficos e animações. O professor tem à sua disposição diversos mecanismos de comunicação (correio eletrônico, fórum de discussão, grupo de interesse e *chat*), coordenação (avisos, plano de aulas, tarefas, avaliação e relatórios de participação) e cooperação (bibliografia, documentação, *download* e co-autoria de docentes e de estudantes).

FERNANDES et al. (2002) descrevem o projeto UCP Virtual, cujo propósito foi implementar algumas disciplinas virtuais na Universidade Católica de Petrópolis, utilizando o ambiente AulaNet. Observou-se que os alunos se manifestaram favoravelmente a todas as inovações introduzidas e apresentaram preocupação com a continuidade do trabalho nos períodos subseqüentes, indicando com isso sua

¹⁴ <http://cursoead.proinfo.gov.br>

¹⁵ <http://hera.nied.unicamp.br/~teleduc>

importância. Eles também mostraram vontade de ampliar seus conhecimentos utilizando esta ferramenta, e sugeriram a sua aplicação em outras disciplinas, a fim de permitir maior alcance e abrangência no meio universitário, e apontaram duas grandes vantagens do ambiente educativo: 1) facilidade de acesso de qualquer lugar e em qualquer momento; e 2) possibilidade de estabelecer seu próprio horário de estudo.

No entanto, NITZKE e CARNEIRO (2001) afirmam que a participação dos alunos no AulaNet ocorre quase que somente por meio da realização de trabalhos, exercícios e provas, utilizados essencialmente como forma de avaliação e não compartilhados com os colegas, como seria esperado em um ambiente de aprendizagem cooperativa. Sendo assim, a utilização dessas tecnologias não implica a eliminação automática de dificuldades para uma abordagem construtivista da aprendizagem. A melhoria efetiva da qualidade do aprendizado exige planejamento e acompanhamento constante.

O TelEduc e o ProInfo possuem uma estrutura mais aberta, mas ambos partem das construções dos alunos, disponibilizadas a todos os participantes, como fonte para os debates e inspiração para outros trabalhos. No TelEduc podem ser utilizados diferentes materiais didáticos, como textos, *softwares* e referências na Internet. A intensa comunicação entre os participantes do curso e a ampla visibilidade dos trabalhos desenvolvidos também são pontos importantes. Para auxiliar essa comunicação, foi desenvolvido um conjunto de ferramentas de comunicação (correio eletrônico, grupos de discussão, Mural, Portfólio, Bate-Papo etc.).

Os principais objetivos do ProInfo eram financiar a introdução da tecnologia informacional e das telecomunicações no ensino médio e fundamental das escolas públicas e iniciar o processo de universalização do uso de novas tecnologias na educação. Com isso, o projeto propunha-se a melhorar a qualidade do processo de ensino-aprendizagem e, ao mesmo tempo, tornar possível a criação de uma nova pedagogia cognitiva no ambiente escolar por meio da incorporação de novas tecnologias informacionais, oferecendo, assim, uma educação voltada para o desenvolvimento científico e tecnológico.

Quando foi lançado, o ProInfo antecipou algumas mudanças, como: apoio e preparação de projetos estaduais voltados para educação mediada por computador; planejamento da informatização da escola; incentivo a projetos escolares; qualificação

de recursos humanos; implantação de centros de tecnologia educacional; e definição de especificações técnicas e de suporte futuro para os projetos (PESSOA, 2002).

Apesar da possibilidade de utilizar todos esses ambientes como complemento pedagógico às aulas presenciais, A Feira é o único projetado para esse fim, o que fica bem caracterizado pela ausência de ferramentas computacionais, com exceção do correio eletrônico. Isso não impede, entretanto, a cooperação entre os alunos e a construção de um conhecimento compartilhado (NITZKE e CARNEIRO, 2001).

2.4 Educação a distância

A educação aberta e a distância aparece cada vez mais, no contexto das sociedades contemporâneas, como uma modalidade de ensino extremamente adequada e desejável para atender às novas exigências educacionais, decorrentes das mudanças na nova ordem econômica mundial. O crescimento e a diversificação da demanda de educação e formação geram dificuldades de atendimento eficiente por meios tradicionais, o que leva os sistemas de ensino a adotarem formas mais flexíveis de gestão em sua organização interna e nas estratégias de produção e distribuição dos currículos (BELLONI, 2001).

Ao longo dos anos, novos conhecimentos e técnicas são desenvolvidos na engenharia e os profissionais devem se manter atualizados. A constante necessidade de mão-de-obra qualificada para garantir maior produtividade e competitividade tem levado muitas organizações a investirem em tecnologia como alternativa viável para treinamento e reciclagem de funcionários. Nesse aspecto, a disponibilidade de cursos à distância pode beneficiar os profissionais, não se limitando ao atendimento de alunos. Essa alternativa tem sido entendida como uma forma prática e de baixo custo para que os profissionais permaneçam atualizados e em contato com o meio acadêmico e tenham uma fonte de referência sempre que necessário (EL-RAGHY, 1999).

Em países emergentes como o Brasil, nos quais as instituições e a estrutura sócio-econômica ainda estão em formação, a questão da qualificação apresenta-se em diversos níveis: não apenas é necessário oferecer à força de trabalho oportunidades de formação contínua para atualização e retreinamento, exigidas pelas mudanças

econômicas e tecnológicas, como também é imprescindível elevar o nível de educação básica dos trabalhadores (BELLONI, 2001).

Diante dessas expectativas, BRANDT e HENNING (2001) afirmam que “a educação será crescentemente baseada nas novas tecnologias de informação e comunicação, sendo os sistemas móveis e descentralizados particularmente importantes”. Com o rápido crescimento da educação a distância (EAD), mediada pelas novas tecnologias, torna-se crescente a utilização dessa modalidade de ensino como meio de democratizar o acesso ao conhecimento e de expandir oportunidades de aprendizagem ao longo da vida (VIEIRA, 2001).

Para SCHNAID, ZARO e TIMM (2001), o ensino a distância mediado pelo computador e todas as interfaces relacionadas com o processo de sua implantação, como a multimídia, são tarefas obrigatórias dos educadores, porque potencializam a atividade educacional e agregam valor ao seu trabalho: o valor da tecnologia e o valor da criatividade aplicada aos novos formatos de transmissão de seu próprio saber.

A EAD pressupõe a combinação de tecnologias convencionais e modernas que possibilitem o estudo individual e em grupo, no próprio ambiente escolar ou em outro local, por meio de métodos de orientação e tutoria à distância e atividades presenciais específicas, como reuniões do grupo para estudo, realização de tarefas e avaliações (HABERT, 1995). O objetivo é reproduzir material pedagógico de alta qualidade, tornando possível a instrução de grande número de alunos ao mesmo tempo e sem limitações de espaço. Conseqüentemente, a EAD tem sido considerada como uma das mais importantes alternativas ao ensino presencial, principalmente para pessoas que trabalham e estudam concomitantemente (LOYOLLA e PRATES, 2001).

De acordo com BRASILEIRO FILHO e MACHADO (2002), a crescente valorização da EAD e, por conseqüência, dos ambientes virtuais de aprendizagem, advêm da conjugação de três grandes fatores: 1) a efetividade dessa metodologia para a formação de adultos, de maneira contínua, com crescente demanda; 2) o grande avanço tecnológico das tecnologias de comunicação e informação, em especial das redes telemáticas, com crescente popularização do acesso à Internet; e 3) a transição do modelo de desenvolvimento econômico, fundamentado no conhecimento, que estabelece novos desafios aos sistemas de formação, impulsionados pela economia globalizada.

Atualmente, segundo NASCIMENTO e TROMPIERI FILHO (2002), é possível caracterizar a EAD sob duas formas:

1. Semipresencial: professores e alunos têm encontros em sala de aula convencional e à distância, via ferramentas tecnológicas síncronas e, ou, assíncronas.
2. Virtual: professores e alunos não se encontram juntos na mesma sala, exigindo meios que possibilitem a comunicação entre ambos.

As propostas da EAD caracterizam-se pela utilização de uma multiplicidade de recursos pedagógicos com o objetivo de facilitar a construção do conhecimento, conforme LITWIN (2001). A característica básica dessa modalidade de ensino é o estabelecimento de uma comunicação bidirecional e personalizada entre os participantes do processo de aprendizagem mediante sistemas de correio eletrônico, grupos de notícias e, eventualmente, fórum de discussões e videoconferências, o que confere alta interatividade e proporciona uma relação mais intensa entre estudantes, estudantes e professor e entre outros membros da comunidade universitária (OLIVEIRA e QUEIROZ, 2001; RODRIGUEZ-ARDURA e RYAN, 2001).

Em um processo de EAD, a interação dos estudantes com o conteúdo do curso ou disciplina ocorre por meio das aulas on-line, dos textos e das tarefas (exercícios e testes) que são requeridos. O material didático arquivado no *software* educativo pode ser acessado, revisado e impresso por cada aluno, de acordo com sua conveniência. As interações entre alunos e instrutores e entre alunos podem ocorrer nos modos síncrono, por meio de *chats* e, ou, assíncrono, utilizando ferramentas como *e-mail* e fóruns de discussão.

Na EAD, o estudante deve ser incentivado a estudar e a pesquisar de modo independente, e o aprendizado colaborativo deve ser intensificado a fim de consolidar a aprendizagem (LOYOLLA e PRATES, 2001). A metodologia usada deve permitir a comunicação ativa entre todos os participantes, fazendo com que a informação necessária ao desenvolvimento e à aquisição do conhecimento seja acessível a todos. Além disso, é indispensável que o ambiente virtual permita a realização de questionamentos coordenados pelo professor ou tutor que gerem discussões, possibilitando a comunicação a qualquer hora entre alunos e professores.

Há mais de 30 anos existem universidades que oferecem cursos à distância em várias partes do mundo. A partir da implantação da Open University britânica (UKOU), em 1969, foram criadas diversas universidades abertas que oferecem cursos à distância, entre elas: Universidad Nacional de Educación a Distancia – UNED, na Espanha; Fern Universität, na Alemanha; Universidade Aberta, em Portugal; Open Universität, na Holanda; Tele-Universidade, no Canadá; Universidade de Tecnologia, nos EUA; Universidade do Ar, no Japão; Universidade Central de Rádio e Televisão, na China; Simon Fraser University; e Universitat Oberta de Catalunya (HABERT, 1995; BELLONI, 2001; VIEIRA e LUCIANO, 2001).

Existe, ainda, um conjunto expressivo de universidades tradicionais, principalmente nos Estados Unidos, que, paralelamente às suas atividades regulares, possuem segmentos de EAD, como pode ser constatado em suas *homepages*.

Apesar da grande extensão territorial do Brasil, a EAD mediada pela Internet é ainda incipiente (TANNOUS e RODRIGUES, 2003). Entretanto, tem crescido substancialmente, tanto em qualidade como em quantidade (TORI, 2002). Esse crescimento, que acompanha uma tendência mundial, é apoiado pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação¹⁶, que em seu art. 80 estabelece que o Poder Público incentivará o desenvolvimento e a veiculação de programas de ensino a distância, em todos os níveis e modalidades de ensino, e de educação continuada.

Existem, no entanto, aspectos importantes a serem considerados na implementação de cursos virtuais nas universidades brasileiras, dentre os quais TORI (2002) cita: cultura organizacional, novo papel do professor, nova postura do aluno, legislação e ética, infra-estrutura, apoio ao docente e avaliação. De acordo com SCHNAID, ZARO e TIMM (2001), a EAD pode ser fácil de ser resolvida, isoladamente, por um professor, seu *site* e alguns alunos, mas apresenta dificuldades significativas como projeto global. A complexidade de sua implementação e sua viabilidade econômica como projeto institucional de ensino exigem estudos aplicados criteriosos, que permitam evitar a incorrência em equívocos e fracassos, especialmente em países em que há urgência de ações e escassez de recursos.

O desenvolvimento de pesquisas sobre metodologias de ensino mais ativas para a educação de adultos, focadas no estudante e tendo como princípios sua maior

¹⁶ Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (<http://www.mec.gov.br/legis/default.shtm>).

autonomia, passa a ser condição indispensável para o sucesso de qualquer experiência de EAD. Além disso, a produção de conhecimento nesta área pode ser extremamente proveitosa também para o aperfeiçoamento didático do ensino convencional.

A EAD tem sido, conceitual e praticamente, desafiada a apresentar resultados similares ou melhores que a educação convencional, particularmente quando esta é oferecida via Internet. Em relação aos países menos desenvolvidos, como o Brasil, os efeitos da globalização no campo da educação aberta e a distância tendem a ser mais negativos do que positivos, pois, salvo se houver políticas de desenvolvimento do setor, corre-se o risco de importação e, ou, adaptação de tecnologias caras (equipamentos e programas) e pouco apropriadas às necessidades e demandas, que acabam obsoletas por falta de formação para seu uso (BELLONI, 2001).

De acordo com LOYOLLA e PRATES (2001), um dos principais fatores do insucesso da EAD, indicado por taxas elevadas de evasão, é uma errônea priorização das ferramentas tecnológicas, em detrimento do ferramental pedagógico, o qual é necessariamente prioritário no planejamento e na implantação de cursos à distância mediados por computador.

WILLIAMSON, BERNHARD e CHAMBERLIN (2000) consideram que a EAD pode gerar ambientes educacionais e resultados que são comparáveis em qualidade àqueles produzidos em salas de aulas presenciais. Os autores apresentam perspectivas de educadores e alunos em um sistema de ensino síncrono à distância, e sugerem que comunidade, interação, pedagogia, atenção e *feedback* são fatores importantes para o sucesso de uma experiência de aprendizagem mediada pela Internet.

Com base nessas perspectivas, esses autores analisam qualitativamente alguns cursos de graduação da University of New Hampshire, oferecidos via computador, em um projeto piloto criado em resposta às pressões das indústrias para tornar os cursos dessa Universidade mais acessíveis à população da região. Segundo os autores, “conveniência” foi o aspecto positivo da EAD para a maioria dos alunos. Muitos estudantes relataram que seu aprendizado melhorou, pois, com o material didático previamente disponibilizado na Internet, não tinham que gastar tempo tomando notas durante as aulas. Os aspectos negativos mais significantes foram os problemas técnicos, provavelmente resultantes do elevado número de acessos. Alguns alunos citaram a ausência de discussões em sala e de contato pessoal como aspectos negativos da EAD.

WALLACE e MUTOONI (1997) desenvolveram uma estrutura de aulas na *web* para disciplinas do curso de Engenharia Mecânica do Massachusetts Institute of Technology, e compararam sua eficiência com um modelo totalmente presencial de ensino. A média dos alunos que receberam a instrução baseada na *web* foi maior do que aqueles que receberam a instrução tradicional nas salas de aula.

RODRIGUEZ-ARDURA e RYAN (2001) optaram por um sistema híbrido, constituído de páginas da *web* e CD-ROM, para o ensino a distância de Marketing a estudantes do curso de Administração de Empresas da Universitat Oberta de Catalunya. Os dados obtidos, a partir de questionários, indicam alto nível de satisfação dos alunos. O inconveniente citado pela maioria deles foi a impossibilidade de leitura em material impresso. Uma vez existindo disponibilidade e acesso à tecnologia requerida, os autores detectaram uma barreira de grande importância: a ausência de hábitos para realizar tarefas de reflexão e de estudo utilizando recursos distintos ao papel, o que requer o processo de informar ao estudante sobre métodos e técnicas de estudo adaptados a cenários virtuais.

EVANS et al. (2000) avaliam a eficiência de ferramentas de educação baseadas na Internet, na University of Missouri-Rolla, a partir da comparação de um curso de Produção Avançada e Gerenciamento de Operações com um curso tradicional, por meio de três análises: estilos de aprendizagem, pré-teste e exame final de curso. Os estudantes do grupo de controle, que fizeram o curso presencial, e os cinco grupos de alunos que participaram do curso on-line não apresentaram diferença estatística em relação às notas. Os grupos do curso via Internet esperavam gastar um tempo maior para sua realização, provavelmente por acreditarem que seria necessário um tempo adicional para se familiarizarem com as aplicações computacionais requeridas no curso. No entanto, os alunos de ambos os cursos tiveram experiências similares em relação ao tempo e à eficiência geral de aprendizado. Os estudantes foram inicialmente céticos em relação ao material eletrônico, mas a eficiência desse material e a satisfação apresentada pelos alunos do curso on-line foram maiores do que o esperado.

DUTTON, DUTTON e PERRY (2001) comparam as versões on-line e face-a-face de um curso introdutório à linguagem computacional C++, na North Carolina State University, oferecido para profissionais e estudantes de graduação em Ciência da Computação. Os alunos, em geral, responderam favoravelmente às aulas virtuais e consideraram a experiência educacional obtida com esse curso como igual ou melhor do

que os modos tradicionais de ensino. Uma análise mais aprofundada do desempenho dos alunos indicou que, apesar da taxa de conclusão do curso ter sido menor na versão on-line, aqueles que completaram o curso obtiveram resultados melhores (notas maiores) do que os alunos do curso presencial.

CACIQUE (2001) compara um mini-curso presencial sobre Métodos para Produção e Controle de Aguardente Artesanal com um equivalente não presencial via Internet. Os estudantes de Engenharia de Alimentos da Uni-BH realizaram o curso, sendo que 25 deles freqüentaram as aulas presenciais e 10 estudaram exclusivamente pela Internet. Os resultados finais da avaliação presencial única foram semelhantes para ambos os grupos. A partir dos depoimentos dos participantes da pesquisa, o autor conclui que a questão tecnológica ainda é um fator de inibição. Entretanto, os alunos do grupo on-line relataram que a composição visual do ambiente influenciou muito para que essa questão fosse minimizada e representou um aspecto de motivação para a conclusão do curso.

SUAREZ e DESAULNIERS (2001) descrevem uma experiência no ensino de Química Geral à distância no curso de graduação em Engenharia Química, com ênfase em Operação Petroquímica, da Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, visando a formação de nível superior de funcionários da OPP Petroquímica S. A. Os canais de comunicação disponibilizados foram correio eletrônico, telefone, *chats* e murais de avisos eletrônicos. De acordo com os autores, a interatividade não foi alcançada espontaneamente e, nas primeiras semanas, apenas 30% dos alunos participaram ativamente do curso, realizando as atividades propostas e interagindo com o professor. Após romper essa resistência inicial, alcançou-se a participação efetiva de 90% dos alunos nas atividades do curso. Em relação à avaliação acadêmica, realizada de forma semipresencial, os autores relatam que o resultado foi muito superior ao verificado pelo professor em disciplinas similares em cursos presenciais.

É importante ressaltar que, mesmo no ensino a distância, os estudantes requerem atenção individual. Considera-se que a inclusão de algumas atividades presenciais em programas de EAD torna o aluno mais comprometido e melhora a qualidade das interações no ambiente virtual (TORI, 2002; WANKAT, 2002). Essas atividades são

apoiadas pelo Ministério da Educação, conforme os indicadores de qualidade para cursos de graduação à distância¹⁷.

2.4.1 Atividades não presenciais em cursos regulares de graduação

Os aspectos institucionais serão certamente modificados pelas mudanças que estão ocorrendo no campo da educação. Segundo SESSO e DOVICCHI (2001), os recursos tecnológicos estarão cada vez mais inseridos nas salas de aula dos cursos presenciais de engenharia, e o professor precisará estar sempre aprendendo como integrá-lo às mais diversas atividades que desenvolve.

Para MORAN (2002) e TORI (2002), a educação do futuro será fundamentada em mistura harmônica de atividades nos espaços virtual e físico, a qual dependerá dos objetivos e características do curso, público-alvo e perfil da instituição. Essa mesma variação poderá ser verificada entre diversas disciplinas de um mesmo curso e até mesmo entre atividades desenvolvidas em uma determinada disciplina.

Observa-se, assim, a convergência dos dois paradigmas da aprendizagem, o presencial e o à distância, diminuindo as diferenças metodológicas entre eles, no sentido de criar novos modelos, nos quais metodologias e técnicas não presenciais serão cada vez mais utilizadas no ensino convencional. Dessa forma, o que poderia ser um paradoxo mostra-se como um caminho promissor: a inclusão de ferramentas, métodos e atividades de EAD em cursos presenciais.

OLIVEIRA e QUEIROZ (2001) consideram que o emprego de tecnologia de EAD como complemento às aulas presenciais permite o uso dos meios de transmissão da informação para todos os usuários e, em especial, possibilita a otimização do tempo disponível para estudantes que tenham outras atividades além da universidade. Independentemente dos horários em que freqüentam a universidade, os alunos podem continuar as atividades individuais e coletivas pela Internet.

De acordo com LEITE, VIEIRA e SAMPAIO (1998), as atividades não presenciais são aquelas em que o professor e o aluno trabalham separados fisicamente, podendo o aluno escolher seu ritmo, tempo e local de estudo, reduzindo sua presença na sala de aula. Nesse tipo de atividade encontram-se outros elementos que compõem o

¹⁷ <http://www.mec.gov.br/seed/indicadores.shtm>

conceito de EAD, como: utilização de diversos recursos de comunicação e aprendizagem; previsão da oportunidade de diálogo, para garantir comunicação e iniciativa; possibilidade de encontros com propósitos didáticos; estudo ativo; técnicas variadas compatíveis com os objetivos e conteúdos; e diversidade de atividades para aprendizagem de um mesmo conteúdo, a fim de oferecer alternativas de estudo.

No entanto, as atividades não presenciais se diferenciam da EAD porque são realizadas concomitantemente ao estudo regular presencial, sendo estruturadas pelo professor e utilizadas sistematicamente com alunos como parte do método de ensino. Sendo assim, essas atividades não substituem o professor, apenas suprem algumas deficiências do ensino tradicional, servindo como apoio e não como um meio concorrente. Para o professor, esse tipo de atividade valoriza suas capacidades de orientador da aprendizagem e incentiva o trabalho cooperativo entre diferentes disciplinas e especializações.

Como principais características dessa metodologia estão o foco no aluno, a solução de problemas e o trabalho em grupo. Entre as principais vantagens estão: a versatilidade; a capacidade de adaptação ao ritmo de cada um; a utilização de atividades em grupo; a possibilidade de o material ficar com o aluno e ser consultado a qualquer momento; e o favorecimento do uso de tecnologias variadas, atingindo diversas formas de aprendizagem e interesses dos alunos.

Com a realização de atividades não presenciais, o estudo torna-se ativo e autônomo; as diferentes formas de obter informações e conhecimentos oferecidas promovem a criação de hábitos de estudo independente (LEITE, VIEIRA e SAMPAIO, 1998; LUCENA e FUKS, 2000). O aluno é visto como sujeito de sua própria aprendizagem, uma vez que vai organizar-se para tal, mesmo sabendo que pode trocar informações e experiências com seu professor e com outros alunos.

Embora a modalidade de EAD virtual, ou mesmo a semipresencial, permita uma organização autônoma dos estudantes, LITWIN (2001) ressalta que nela selecionam-se os conteúdos, orienta-se o prosseguimento dos estudos e propõem-se atividades para que os estudantes resolvam problemas complexos ou interessantes. Sendo assim, uma das funções do professor é a atividade contínua de investigação, para refletir, planejar e aprimorar conteúdos, materiais e estratégias para o processo de ensino-aprendizagem mediado por computador (HABERT, 1995; LEITE, VIEIRA e SAMPAIO, 1998).

Nessa perspectiva, SILVA (2001) considera que o acesso à Internet proporciona um campo de conhecimento que o professor de engenharia pode e deve aproveitar para proporcionar aos seus alunos uma visão sistêmica da disciplina que ministra. O acesso ao material disponibilizado via *web*, principalmente se tiver sido produzido de forma a estimular a interatividade com o aluno, deve favorecer seu movimento em direção a pesquisa dinâmica e à participação nos espaços virtuais de debate e esclarecimento (*chats*, fóruns etc.). Esse movimento – associado à curiosidade e ao seu próprio esforço – pode estimular a jornada do estudante na construção do seu conhecimento (SCHNAID, ZARO e TIMM, 2001).

As instituições de ensino devem ser incentivadas a usar tecnologias para transformar aulas totalmente presenciais em um completo ambiente de ensino e aprendizagem, combinando recursos acessíveis pela Internet (programa da disciplina, objetivos pedagógicos, material didático, referências, agenda ou calendário de atividades, fóruns de discussão etc.) e sessões presenciais dedicadas a questões e aprendizado ativo, melhorando assim a qualidade do curso (MICHAU, GENTIL e BARRAULT, 2001; MORAN, 2002) e promovendo a otimização de recursos humanos e técnicos qualificados (BELLONI, 2001).

A Portaria 2.253 de 18 de outubro de 2001¹⁸, do Ministério da Educação, autoriza instituições de ensino a oferecerem, em seus cursos superiores reconhecidos, disciplinas que utilizem, em todo ou em parte, método não presencial, desde que essas disciplinas não excedam, no total, a vinte por cento do tempo previsto para integralização do currículo do curso. Para essa flexibilização no curriculum das instituições, as adaptações deverão ser feitas no projeto pedagógico do curso e, em alguns casos, aprovadas pela Secretaria de Educação Superior – SESU.

Na Universidade Federal de Viçosa, a elaboração e a oferta de disciplinas não presenciais deverá obedecer às seguintes etapas¹⁹:

1. Elaboração do programa da disciplina, contendo obrigatoriamente métodos e práticas de ensino-aprendizagem que incorporem o uso integrado de tecnologias de informação e comunicação para a realização dos objetivos pedagógicos, tendo por base disciplina presencial regularmente oferecida.

¹⁸ <http://www.mec.gov.br/legis/default.shtm>

¹⁹ Normas para inclusão de disciplinas não presenciais em cursos superiores reconhecidos da UFV (<http://www.ufv.br>).

2. Aplicação experimental do programa por, no mínimo, um período letivo, como recurso auxiliar de disciplina presencial.
3. Avaliação da proposta do programa como disciplina não presencial pela comissão pertinente, para parecer técnico a ser submetido à aprovação do Conselho Técnico de Graduação.

Todas as universidades e organizações educacionais, em todos os níveis, precisam experimentar como integrar o presencial e o virtual, garantindo a aprendizagem significativa. Com a possibilidade da inclusão de modalidades não presenciais no ensino superior tradicional, são necessários estudos que colaborem no desenvolvimento de referenciais para os grupos responsáveis pelo planejamento e realização dessas alterações (RODRIGUES, 2002).

MORAN (2002) sugere que as universidades iniciem projetos com algumas disciplinas, em conjunto com seus núcleos de EAD, auxiliando os professores mais familiarizados com as tecnologias e que se dispõem a experimentar e criar, gradativamente, a cultura do virtual e o conhecimento para avançar para propostas curriculares mais complexas, integradas e flexíveis, até encontrar, em cada área de conhecimento e em cada instituição, o ponto de equilíbrio entre o presencial e o virtual.

O planejamento de uma atividade à distância, segundo RODRIGUES (2002), é parte do planejamento geral de uma disciplina ou curso. Os trabalhos desenvolvidos à distância devem estar conectados diretamente aos trabalhos presenciais do professor, e esta ligação deve estar clara e perceptível para o aluno.

Entre as inúmeras possibilidades da mistura entre real e virtual nos processos de ensino-aprendizagem, TORI (2002) destaca:

- substituição de aulas expositivas, com grande número de alunos, por material interativo on-line, complementados por aulas presenciais, com menor carga horária e pequeno número de alunos, destinadas a atividades que envolvam discussões, esclarecimento de dúvidas, dinâmicas de grupo e orientações;
- gravação em vídeo de aulas magnas, sincronização com os respectivos *slides* de apresentação e disponibilização aos alunos;
- criação de fóruns de discussão por período, área, disciplina ou projeto;
- oferecimento de monitoria on-line aos alunos;

- oferecimento de laboratórios virtuais que permitam aos alunos a realização de experiências preparatórias, reduzindo-se o tempo necessário para experimentos em laboratórios reais, ou, em alguns casos, substituindo-se laboratórios que ocupam espaço físico;
- apoio a projetos colaborativos, mesmo que realizados em sala de aula, por meio de recursos virtuais;
- oferecimento aos alunos de conta para acesso, via Internet, a espaço em disco virtual, conteúdos e laboratórios virtuais, fóruns de discussão, biblioteca virtual e a outros recursos de suporte.

Ao se estabelecer os objetivos da atividade não presencial, é fundamentalmente importante considerar seus limites, sabendo que, como qualquer outra metodologia, nem todos os objetivos educacionais podem ser alcançados com a sua utilização. LEITE, VIEIRA e SAMPAIO (1998) citam as dimensões que devem ser levadas em consideração quando se planeja uma atividade não presencial, visando assegurar sua qualidade:

- clareza de objetivos, conteúdo, material e atividades;
- adequação aos objetivos e conteúdos da matéria a ser trabalhada;
- flexibilidade, permitindo modificações no decorrer do processo, concedendo, não só ao professor, como também ao aluno, possibilidade de participar com idéias e propostas novas, que possam levar a alterações no desenvolvimento do trabalho;
- contextualização de atividades e conteúdos às mudanças sócio-econômicas, políticas e tecnológicas, para deixar os alunos sempre atualizados;
- diversificação de atividades e materiais, a fim de fornecer diversas formas de aprendizagem e estimular o aluno com novas propostas, despertando seu interesse;
- possibilidade para que o aluno trabalhe em seu tempo e espaço próprios.

MORAN (2002) relata suas experiências pedagógicas em diversas instituições de ensino (USP, PUC, MACKENZIE, Faculdades SUMARÉ, SENAC, entre outras), no gerenciamento de cursos de graduação, pós-graduação e extensão de forma semipresencial, integrando atividades docentes em sala de aula com outras em ambientes virtuais, e propõe um roteiro metodológico básico de organização do processo de ensino-aprendizagem, o qual inclui:

- primeiros encontros presenciais, nos quais é importante conhecer o perfil dos alunos, seu tempo disponível para estudo e acesso e domínio tecnológicos, bem como motivá-los e estabelecer laços de confiança. As primeiras aulas também podem ser utilizadas para organizar os alunos em equipes, em grupos de pesquisa ou projeto;
- planejamento das atividades e leituras, formato do curso ou disciplina, ações inovadoras e integração das tecnologias; definição da estrutura do curso e das ferramentas que serão utilizadas, como fórum, *chat* e apresentações tecnológicas.

BORBA e AYROSA (2001) realizaram uma experiência com EAD como ferramenta complementar a cursos regulares presenciais. O estudo de caso foi feito a partir de um curso oferecido à distância aos estudantes de Ciência da Computação e Sistemas de Informação da Universidade Paranaense – UNIPAR. Os autores utilizaram o método de pesquisa experimental por meio da coleta de dados, a qual revelou que a EAD, constituindo-se complemento ao ensino universitário presencial, oferece plenas condições como ferramenta de apoio.

Especificamente na área de engenharia, pode-se mencionar o estudo de SESSO e DOVICCHI (2001), que utilizaram um ambiente virtual de ensino, normalmente usado em EAD, para ministrar a disciplina Tecnologia de Alimentos do curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, com os objetivos de elaborar e de implementar as atividades pedagógicas de ensino presencial. O ambiente foi estruturado de acordo com os princípios da aprendizagem colaborativa; o conteúdo programático da disciplina foi dividido em módulos, com formatação característica de *slides* do PowerPoint®, os quais foram distribuídos a grupos de dois ou três alunos, para que pudessem estudar os tópicos e realizar discussões nos fóruns.

2.5 Material didático informatizado

MERCER e ESTEPA (2001) consideram que, em todas as modalidades de educação, a principal ferramenta de que dispõem estudantes e professores para atingir a construção do conhecimento é a linguagem. Na EAD, a linguagem escrita é, por conseguinte, um dos meios mais importantes de comunicação.

A mediação pedagógica é indispensável nos sistemas de ensino-aprendizagem e, no caso da EAD, esta é realizada por meio de textos e outros instrumentos. A eficácia

da EAD depende fundamentalmente da utilização de materiais didáticos com orientação pedagógica adequada, diferentes daqueles usados em sistemas presenciais (SOUZA, 2001). Portanto, o processo de elaboração desse material é extremamente complexo, exigindo tratamento pedagógico cuidadoso para que possa alcançar seus objetivos educacionais (RITZEL, 1998).

Esse cuidado com o material didático na educação on-line valoriza o método, tornando não só as aulas mais funcionais como mais motivantes. O diferencial ocorre na fase chamada de “processamento de aulas”, em que o conteúdo a ser oferecido aos alunos é planejado juntamente com seus respectivos autores e professores. Imediatamente após esse planejamento, os conteúdos passam por um processo de adaptação da linguagem, de construção de arquitetura de conteúdo e de gerenciamento de informações, de forma a tornar adequado seu oferecimento pelos meios interativos de comunicação via Internet (FREITAS, LOYOLLA e PRATES, 2002).

O processo de desenvolvimento de um sistema de EAD é muito mais do que traduzir aulas presenciais para um ambiente *web* (FRANCIOSI et al., 2001). Dessa forma, a EAD não se resume a um material instrucional que contém uma seqüência ordenada de conteúdos, apresentada gradativamente de forma que o educando possa assimilá-los. Essa preocupação, embora contida no processo de elaboração do material didático, não pode ser o elemento central. No desenvolvimento do ensino mediado por computador, os conteúdos devem ser tratados de forma especial, tendo uma estrutura ou organização que os torne assimiláveis, i. e. passíveis de auto-aprendizado (SOUZA e SAITO, 2001).

Em situações formais de ensino-aprendizagem, em uma abordagem construtivista do conhecimento, é fundamental a mediação permanente do professor, capaz de realizar os ajustes necessários entre o conteúdo a ser aprendido e a atividade cognitiva do aprendiz. Para BELLONI (2001), complementar o ensino com algum meio de comunicação será uma das competências mais importantes e indispensáveis à realização de qualquer ação de EAD. De certa forma, ao preparar suas aulas e os materiais que vai utilizar, o professor “mediatiza”, embora o meio mais importante, neste caso, seja a linguagem verbal direta.

Em relação à produção de material para EAD, “mediatizar” significa definir as formas de apresentação de conteúdos didáticos, previamente selecionados e elaborados, de modo a construir mensagens que potencializam as virtudes comunicacionais do meio

técnico escolhido, no sentido de compor um documento auto-suficiente. Do ponto de vista mais amplo da concepção de unidades de curso de aprendizagem aberta e à distância, “mediatizar” é conceber metodologias de ensino e estratégias de utilização de materiais pedagógicos de modo a otimizar as possibilidades de aprendizagem autônoma.

Esse processo inclui desde seleção e elaboração dos conteúdos, criação de metodologias de ensino e estudo à distância centradas no estudante autônomo, seleção dos meios mais adequados e produção de materiais, até criação e implementação de estratégias de utilização desses materiais e de acompanhamento do aluno, assegurando sua interação com o sistema de ensino e o retorno de informações sobre os cursos. Isso significa não apenas explicitar os objetivos pedagógicos e didáticos de cada unidade do curso ou disciplina, e de seus capítulos ou módulos, mas também deixar claros para o aluno os caminhos a serem seguidos para o melhor aproveitamento, as condições de estudo e as formas de pesquisa pessoal que poderão conduzi-lo a melhores resultados.

Segundo CASTRO et al. (2001), o material didático deve ser uma ferramenta básica de aprendizagem e necessariamente auto-explicativo; motivador, incentivando e estimulando o estudo; e variado, para ser adequado aos diversos estilos de aprendizagem. As características do material didático incluem interatividade – permitindo ao aluno um papel ativo e proporcionando-lhe a construção do seu aprendizado com níveis de sensibilização diferenciados; praticidade – possibilitando-lhe encontrar as informações necessárias ao estudo; autonomia – permitindo que o estudante “navegue” livremente pelo material proposto, implicando em uma estruturação própria do seu conhecimento; e consistência – sendo coerente com as metas propostas para o curso.

O material disponibilizado na Internet, de acordo com RITZEL (1998), deve realizar as funções que o professor executa no ambiente presencial, como informar, motivar, controlar e avaliar, e ainda: atender aos objetivos do curso; ser coerente com a linha pedagógica na qual está inserido; ter conteúdo claro e bem definido; possuir uma estrutura modular para facilitar o entendimento do tema; ter vocabulário de acordo com o nível do público com o qual pretende interagir; usar, sempre que possível, recursos de áudio, vídeo e, ou, imagens, para tornar seu visual mais atrativo; conter testes de auto-avaliação; sugerir fontes bibliográficas complementares; e propor pesquisa de avaliação referente à qualidade do material.

A especificidade dos materiais didáticos informatizados requer que os textos sejam estruturados não apenas por conteúdos temáticos, mas também mediante um conjunto de atividades e, ou, tarefas em que o aluno utiliza seus recursos, estratégias e habilidades, e participa ativamente do processo de construção do seu próprio saber. Por meio de atividades, esse tipo de material oferece um espaço particularmente apropriado para a aprendizagem dos temas mais significativos, os núcleos conceituais fortes e os procedimentos metodológicos específicos da disciplina (SOLETIC, 2001).

As atividades e tarefas contribuem para o funcionamento de processos cognitivos de ordem e complexidade distintas. Nesse sentido, são valiosas as atividades como solução de problemas, análise de casos, interpretação de posições diversas, formulação de hipóteses, elaboração de argumentos e justificativas e estabelecimento de relações conceituais e de tomada de decisões. As atividades propostas em um material de estudo demandam o emprego progressivo de estratégias cognitivas de maior complexidade, que permitem ao aluno avançar na compreensão dos temas em diferentes níveis de aplicação ou reconstrução dos conhecimentos adquiridos. A inclusão de uma atividade ou tarefa em um modelo de ensino pode ter também um propósito motivacional, por favorecer o interesse dos alunos sobre um determinado tema.

LOYOLLA e PRATES (2001) e FREITAS, LOYOLLA e PRATES (2002) descrevem a metodologia EDMC® – Educação a Distância Mediada por Computador, cujo modelo de ensino é formado por um conjunto de ferramentas e práticas pedagógicas construtivistas e interativas, viabilizadas por plataformas tecnológicas digitais focadas na Internet, de modo a permitir um aprendizado à distância eficiente e de baixa evasão. Seu principal conceito é a “Unidade de Aprendizagem”, que consiste em componentes unitários de conhecimentos que, reunidos, formam uma aula à distância.

A “Unidade de Aprendizagem”, uma vez acessada pelo aluno, leva-o à obtenção da informação em três fases: difusa (realizada instantaneamente por meio de um *slide*), analítica (realizada a partir da obtenção de documentos multimídia endereçados por *hiperlinks*) e sintética (realizada por meio de testes ou avaliações on-line). Essa metodologia é caracterizada por: priorização do projeto pedagógico; adequação do projeto tecnológico em razão do pedagógico; interação, integração e colaboração do aluno com o material didático, os demais alunos e o professor; articulação entre teoria e

prática (estudos de caso, exemplos); ênfase ao trabalho em grupo; e maximização da confiabilidade dos processos de avaliação.

Considerando que a EAD requer do aluno esforço e dedicação maiores que na educação presencial – em razão de fatores que podem dispersar sua atenção, ainda mais na Internet – FREITAS, LOYOLLA e PRATES (2002) definem as características e funções de um módulo (unidade) e como elaborá-lo didaticamente, formando um conjunto organizado, seqüenciado e integrado com os demais. São elas:

- motivação (provocar e manter o interesse do aluno);
- relação com outros conhecimentos (processo de aprendizagem significativo);
- objetivos (metas a serem atingidas em cada módulo);
- conteúdos (conhecimentos que se tem a oferecer e receber);
- métodos (didática adotada);
- materiais (*slides*, vídeos, ilustrações, voz, *chats* etc.);
- estratégias (operações utilizadas para otimizar o conteúdo);
- atividades (exercícios propostos, automáticos ou estudos de caso);
- sistemas de avaliação (auto-avaliação, com atividades de múltipla escolha, ou exercícios dissertativos enviados pelo aluno ao *e-mail* privado do professor).

2.6 Avaliação da qualidade do ensino mediado por computador

A avaliação em sistemas de educação mediada por computador, tanto do processo de produção como dos resultados dos alunos, tem função pedagógica. Segundo SOUZA (2001), o processo de avaliação não está concentrado apenas no aluno, mas estende-se para o sistema como um todo. Devem ser discutidos o projeto e o material instrutivo-pedagógico, o próprio curso, os professores, os autores de conteúdo e a metodologia. Na avaliação do processo de ensino-aprendizagem são verificados o grau de satisfação dos usuários com o sistema empregado e os resultados alcançados pelos alunos no programa, a partir da coleta de dados e de análises estatísticas.

A multimídia oferece diversos canais para extração de recursos para a aprendizagem dinâmica e eficaz e, para esse fim, o designer de um sistema de ensino mediado computacionalmente tem que ser eficiente não só na criação de estratégias didáticas compatíveis para exploração desse potencial, como também na investigação de

seus efeitos. O exercício da avaliação favorece a problematização e a reflexão, fatores essenciais para a exploração desses aspectos (ROMISZOWSKI, 2001).

A avaliação permanente não busca transferir a responsabilidade por eventuais fracassos do aluno para o professor ou para o projetista do sistema multimídia. Seus objetivos são o aperfeiçoamento do processo, a revisão de aspectos ineficientes e sua revitalização, mantendo-se a atualidade dos conteúdos e dos métodos empregados de acordo com as necessidades dos alunos e a evolução da matéria administrada.

2.6.1 Ambiente educativo

Embora a avaliação do ambiente educativo seja caracterizada, na maioria das vezes, como uma atividade subjetiva de total aceitação ou rejeição, romper essa prática oferecendo parâmetros e bases para um possível modelo de exame dos *softwares* disponíveis é de fundamental importância para o êxito da relação entre informática e ensino, assegurando maior probabilidade de sucesso no âmbito educacional (BRANDÃO, 1998).

Na abordagem dos ambientes virtuais de aprendizagem, um desafio central se destaca, o qual está relacionado com a necessidade de estabelecimento de metodologias para avaliação e seleção desses ambientes, visando estabelecer julgamentos sobre os paradigmas pedagógicos – para que as estratégias didáticas de apresentação das informações e tarefas exigidas estejam em conformidade com o objetivo educacional e as características de seus usuários – e ergonômicos (segurança, conforto e produtividade), inerentes aos ambientes avaliados, de forma a garantir sua adequação e a efetividade do processo educacional (BRASILEIRO FILHO e MACHADO, 2002). Essa tarefa, embora aparentemente simples, apresenta grande complexidade, pois existem no mercado centenas de opções de ambientes virtuais de aprendizagem, desde versões gratuitas até ambientes de custo elevado.

Um aspecto relevante no estabelecimento de uma metodologia de avaliação de ambiente virtual de aprendizagem é a clareza da definição do contexto educacional de sua aplicação. OLIVEIRA, COSTA e MOREIRA (2001) enfatizam que no Brasil as iniciativas para produção e avaliação de *softwares* educativos não são significativas, apresentando-se, algumas vezes, desconectadas da realidade educacional. Mesmo existindo um certo nível de informatização nas escolas, os educadores parecem

perplexos em relação à melhor forma de se utilizar um ambiente computacional para ensino e aprendizagem, o que resulta na dificuldade de sistematização crítica da experiência de uso dessa ferramenta pedagógica.

Para esses autores, a avaliação do *software* didático deve ser objetiva – desenvolvida por uma equipe multidisciplinar, capaz de abordar diferentes aspectos a serem considerados na avaliação da qualidade do produto, devendo ser, portanto, criteriosa – e formativa – realizada com os usuários do *software*, enquanto o utilizam. A avaliação formativa compõe-se, entre outros recursos, de entrevistas, questionários e acompanhamento do desempenho dos usuários.

Um trabalho contínuo de avaliação pode ser uma estratégia adequada para assegurar a qualidade no design e no desenvolvimento de multimídia educativa. Por meio da avaliação contínua (formativa), as decisões podem ser tomadas ao longo do desenvolvimento do projeto. A reflexão crítica sobre essas decisões facilita o trabalho de melhoria do material, durante sua elaboração, pela identificação de problemas e, ou, deficiências, criando, assim, a oportunidade para revisões pertinentes no processo. Em longo prazo, a avaliação formativa fornece dados para a verificação da qualidade do produto como um todo (ROMISZOWSKI, 2001).

A avaliação objetiva, por sua vez, é realizada a partir de listas de critérios, disponibilizadas por diferentes autores. Devido à diversidade de listas e de significados atribuídos aos critérios que as compõem, OLIVEIRA, COSTA e MOREIRA (2001) consideram interessante a existência de glossários acompanhando cada lista, para que sejam efetivamente compreendidos pelos avaliadores do ambiente educativo.

Um procedimento que pode ajudar o trabalho do avaliador é o estabelecimento de uma escala de valores que possa estimar a qualidade do *software* quanto a cada critério, sendo necessário, para isso, definir a abrangência que a escala apresenta em relação aos critérios, ou seja, o significado das notas de menor e de maior valor para cada um deles. OLIVEIRA, COSTA e MOREIRA (2001) citam as quatro categorias utilizadas para classificar os critérios de produção e avaliação do *software* educativo:

- interação aluno-ambiente-professor: relativo ao papel do professor na facilitação da aprendizagem do aluno e às possibilidades de aprendizagem em grupo e de interação entre os usuários e o ambiente;

- fundamentação pedagógica: base pedagógica que permeia as atividades do *software* educativo;
- conteúdo: níveis de abrangência para o trabalho com a área de conhecimento selecionada para o desenvolvimento do ambiente;
- programação: relativo a qualquer *software* como um programa produzido para ser executado em computador.

LUCENA e FUKS (2000) apontam alguns critérios básicos que devem ser observados em um projeto de uso da *web* para aprendizagem:

- facilidade de acesso;
- clareza: linguagem, estrutura da informação e apresentação visual devem prover uma orientação explícita no *site* educacional;
- eficiência: o foco na aplicação de hipertexto em educação deve ser colocado no aprendizado do conteúdo;
- consistência: deve haver uma identidade visual para o *site* educacional, com as funções apresentadas de modo uniforme;
- flexibilidade: o projeto do *layout* e da estrutura da *web* deve ser adaptável a mudanças.

BRANDÃO (1998) sugere o estabelecimento de modelos de avaliação que considerem as principais aplicações do *software* didático em sala de aula, a partir da análise dos seguintes elementos: interface, conteúdo, grau de interatividade, estratégia empregada, motivação, controle por parte do usuário e mídias utilizadas. Considerando esses aspectos, o autor propõe um modelo inicial de avaliação do *software* educativo, no qual são abordadas questões relativas às suas atividades didático-pedagógicas, como:

- Quais os objetivos do *software* didático?
- Quais as estratégias didáticas utilizadas?
- Qual o tema tratado predominantemente no *software*?
- Qual seu público-alvo?
- De que maneira explora os conteúdos?
- Com qual ferramenta foi produzido?
- Quais os problemas mais freqüentes apresentados?
- Quais os impactos provocados pelo *software*?

- Qual é seu grau de interatividade?
- Qual a interface utilizada?
- Qual a configuração ideal para sua execução?
- Qual a avaliação final por parte do usuário?
- Quais as contribuições do *software* à concessão dos objetivos pedagógicos propostos?

De acordo com BRASILEIRO FILHO e MACHADO (2002), a avaliação de ambientes virtuais, pela complexidade de sua aplicação, é mais bem orientada pela integração das metodologias quantitativas e qualitativas, de maneira a articular aspectos relacionados com a usabilidade desses ambientes, os quais são baseados na ergonomia, com os aspectos relativos à promoção da aprendizagem, fundamentados na pedagogia.

O método quantitativo de avaliação dos ambientes virtuais de aprendizagem se baseia em estabelecer critérios de ponderação quantitativa sobre aspectos tecnológicos dos ambientes e sobre suas ferramentas e facilidades disponibilizadas para promoção da aprendizagem. A base metodológica dos modelos quantitativos para avaliação dos ambientes virtuais de aprendizagem tem sido pautada pelo desenvolvimento de *checklists* (listas de verificação) das funcionalidades e características dos ambientes. As metodologias qualitativas adotadas na avaliação desses ambientes têm se caracterizado pela aplicação de estruturas avaliativas orientadas a coletar uma série de informações que sirvam de subsídio ao processo de julgamento do valor educacional do ambiente.

2.6.2 Material didático

Os elementos visuais do material didático informatizado, os quais incluem a forma do material (tamanho, tipologia, destaques), suas divisões estruturais (sumário, títulos, seções) e os recursos visuais propriamente ditos (símbolos, ilustrações, fotos, quadros etc.), podem ser avaliados por um exame minucioso. Os elementos verbais, mais densos, requerem um teste mais rigoroso, necessitando de uma leitura cuidadosa.

O ideal, para SOUZA (2001), é que no teste a pessoa faça o curso e coloque-se na posição do aluno tentando aprender o assunto e resolver as tarefas e os exercícios. Nessa avaliação, observa-se a linguagem utilizada, incluindo vocabulário, normalização alfabética, pontos de ligação entre temas, divisão e subdivisões estruturais, e a

seqüência dos conteúdos, sua clareza e grau de compreensão e, principalmente, se está de acordo com os objetivos determinados para o curso.

Esse autor também sugere que os testes sejam feitos por amostragem, sendo realizados por especialistas da área educacional e profissionais da área-tema, juntamente com um grupo selecionado do público-alvo. O método de avaliação deve ser escolhido de acordo com o grupo de amostragem, podendo ser entrevista ou questionário, desde que abordem questões específicas, sucintas e claras.

De acordo com CASTRO et al. (2001), a interatividade é uma função crítica do processo de aprendizagem em EAD e um fator importante a ser considerado na avaliação, pois se trata não só da interatividade entre tutor-aluno, aluno e material didático de apoio, alunos entre si ou alunos e instituição de ensino, mas sim da cultura grupal no que se refere às dificuldades individuais de cada um.

2.6.3 Aprendizagem

Apesar da disponibilização crescente de informações via computador, RITZEL (1998) afirma que “ainda falta resolver como controlar o uso deste material didático e como fazer a avaliação da aprendizagem nos ambientes educativos para analisar o êxito obtido com este novo método instrumental”. A maioria das atividades de avaliação e controle nos cursos mediados por computador ainda é realizada na forma presencial.

Segundo ROMISZOWSKI (2001), alguns teóricos da área têm se preocupado com uma revisão nos conceitos e modelos de avaliação e têm desenvolvido estudos significativos, demonstrando a necessidade de flexibilização da avaliação para melhor atender à diversificação atual da educação. A não existência de modelos e procedimentos avaliativos padronizados para qualquer situação de elaboração de multimídia pode ser um fator enriquecedor, uma vez que cada contexto requer atenção apropriada.

Quando é utilizado um modelo pedagógico voltado para a auto-aprendizagem, recomenda-se usar a auto-avaliação. Para isso são elaboradas questões de reflexão de forma a permitir que o aluno acompanhe seu próprio trajeto na construção do conhecimento. Sendo assim, a avaliação formativa, i. e. avaliações ao longo do processo pedagógico em que o aluno possa constatar seu aprendizado no curso, deve estar sempre

presente, não impedindo, no entanto, que ao final do processo pedagógico se estabeleça uma avaliação final (somativa) que está vinculada às exigências formais do sistema educacional (SOUZA e SAITO, 2001).

VIEIRA e LUCIANO (2001) também sugerem que o aluno seja avaliado constantemente no decorrer do semestre letivo, sendo considerados os aspectos: motivação, execução de exercícios e trabalhos práticos e comprometimento na construção do conhecimento envolvendo conduta dinâmica, autonomia e responsabilidade no aprender.

A avaliação formativa inclui, ainda, a verificação do conhecimento retido logo após o uso do *software* educativo, como também aquele retido após um intervalo de tempo maior. Por conseguinte, esse tipo de avaliação é um processo que acompanha a utilização do *software* em um ambiente real de aprendizagem, em que os alunos interagem com seu objeto de conhecimento, com o intuito de serem levados à compreensão de um conteúdo inerente ao currículo escolar (OLIVEIRA, COSTA e MOREIRA, 2001).

De acordo com RITZEL (1998), uma avaliação final pode, além de aferir os conhecimentos e o rendimento do aluno, colher subsídios para verificar a eficácia do método utilizado, a partir da comparação dos resultados com os dados estatísticos obtidos da análise da participação do aluno no curso, quando são consideradas as variáveis: tempo, enfatizando a permanência em cada página requisitada pelo usuário; seqüência da navegação efetiva (*links* percorridos); periodicidade e horários de acessos; páginas não acessadas etc.

2.7 Cinética de Processos Bioquímicos na Engenharia de Alimentos

O termo “cinética” refere-se ao estudo das transformações que ocorrem em um processo dinâmico, sua velocidade e os fatores que afetam essa velocidade. Para estudo e entendimento de um processo bioquímico devem ser conhecidas as velocidades de formação de produtos e de desaparecimento (ou consumo) de reagentes (ou substratos). Essas equações descrevem o processo de transformação do sistema.

São muitas as transformações que ocorrem em alimentos, desejáveis ou não, as quais devem ser conhecidas para que seu controle seja possível. Entre essas

transformações, podem ser citadas alterações no sabor característico, na cor, na textura, no valor nutricional e na população de microrganismos presentes. Como os componentes orgânicos e inorgânicos que formam os alimentos são, normalmente, sensíveis às variáveis do ambiente, essas alterações são afetadas por fatores físicos, químicos e biológicos como, por exemplo, temperatura, luz e outras radiações, presença ou ausência de oxigênio, umidade, presença de enzimas e, em especial, o tempo ou a cinética das transformações.

Outros exemplos incluem os diversos processos bioquímicos realizados industrialmente ou em pesquisas para a obtenção de produtos de interesse, os quais podem ser: microrganismos, enzimas e compostos como álcoois, cetonas, ácidos etc. Os tratamentos biológicos de resíduos envolvem processos bioquímicos nos quais uma seqüência de reações microbiológicas ou enzimáticas acontece com o objetivo de transformar compostos complexos em substâncias simples e não-poluentes, como gás carbônico, água e, ou, metano.

Na disciplina Cinética de Processos Bioquímicos são tratados, principalmente, dois fatores de transformação nos alimentos: reações catalisadas por enzimas e de crescimento microbiano, sendo também discutida a cinética de reações químicas. Entretanto, o entendimento dos conceitos apresentados permite o estudo da cinética de outras transformações.

Em sistemas alimentícios, o estudo da cinética recebeu grande atenção nos últimos anos, devido, principalmente, aos esforços para otimizar a qualidade dos alimentos durante seu processamento ou armazenamento. O entendimento adequado da cinética de reações é condição necessária para formular ou enriquecer produtos alimentícios para preservar seus componentes ou nutrientes. Porém, até o momento, existe limitada informação cinética para ingredientes ou sistemas alimentícios. Ainda assim, algumas das informações disponíveis podem ser usadas, indiretamente, para estabelecer procedimentos de formulação, estocagem e condições de processo, por facilitar a predição de comportamentos cinéticos (VILLOTA e HAWKES, 1992).

O objetivo principal do ensino de Cinética de Processos Bioquímicos é a introdução de algumas das técnicas necessárias para a aplicação da solução de problemas envolvendo sistemas biológicos. Esse estudo surge da necessidade de criar e modificar tais sistemas, os quais são muito complexos e bem estruturados, mas obedecem às regras da química e da física e, por isso, são suscetíveis às análises da

engenharia. Células vivas podem ser estudadas e os processos para usá-las podem ser planejados racionalmente em escalas comerciais. Fazer isso é o trabalho do engenheiro envolvido com bioprocessos.

Com a revolução intelectual, principalmente no campo da genética, emergem novas expectativas: novos remédios e vacinas, organismos semi-sintéticos crescendo em grande escala, alimentos abundantes e nutritivos, superorganismos para degradar poluentes e uma gama de novos processos industriais e produtos para o consumidor. Nesse contexto, engenheiros terão um papel essencial, convertendo essas expectativas em realidade (SHULER e KARGI, 2002).

A Cinética de Processos Bioquímicos tem importância reconhecida na formação e atuação profissional do Engenheiro de Alimentos. No entanto, a complexidade implícita da disciplina, provavelmente devido à combinação da matemática aplicada com fenômenos físico-químicos e biológicos, transfere particular dificuldade ao processo de ensino-aprendizagem. A maioria dos estudantes é pouco familiarizada com a aplicação prática e a natureza dinâmica de modelos matemáticos relativamente avançados para processos bioquímicos.

O estudo da cinética de um processo geralmente resulta em uma ou mais equações diferenciais ordinárias, cuja solução analítica é, na maioria das vezes, impossível de ser alcançada. A solução numérica dessas equações pode ser obtida em programas computacionais, que fornecem respostas rápidas e precisas para a obtenção de dados cinéticos.

Além disso, uma preocupação geral do professor desta e de outras áreas é como envolver mais ativamente os estudantes nas aulas e exercícios. Percebe-se, assim, a necessidade de implementar meios de comunicação mais avançados para estimular e apoiar o trabalho cooperativo e a integração entre alunos e a apresentação de conteúdos em formas mais atrativas.

Nessa perspectiva, o uso de múltiplas ferramentas de ensino apresenta benefícios substanciais. Em adição às aulas e discussões, SCHREUDERS e JONHSON (1999) sugerem que sejam usados outros métodos de apresentação de conteúdos, como o desenvolvimento de modelos e os processos de modelagem numérica e simulação.

Existe, atualmente, grande quantidade de literatura na área para estudantes, e parte dela vem sendo transformada em materiais de aprendizagem baseados na *web* e

disponibilizados na Internet (STREET, 2000). Porém, ainda há lacunas significativas tanto com relação ao conteúdo abordado como em referência à formatação do conjunto do processo de ensino-aprendizagem, particularmente em língua portuguesa.

2.7.1 Modelagem matemática e simulação dinâmica

A capacidade de desenvolver modelos é especialmente importante para engenheiros, os quais são freqüentemente levados a solucionar problemas operacionais devido a variações nos parâmetros de processos dinâmicos, sejam eles biológicos, físicos, sociais ou humanos. Quando essas alterações são necessárias para otimização do processo ou adaptação a novas condições, é preciso prever resultados, a longo e curto prazos. Portanto, o processo de modelagem pode ser utilizado para: aquisição de conhecimentos globais do sistema, permitindo seu melhor entendimento; otimização do sistema; tomada de decisões; e controle e automação.

O objetivo de um engenheiro envolvido em modelagem é traduzir cada problema ou sistema para uma forma matemática. A estrutura de um modelo matemático é composta por equações ou funções de equações que descrevem o sistema e as relações entre as diversas variáveis (PASSOS, 1993). Na Engenharia de Alimentos, os modelos matemáticos podem ser usados não apenas para descrever crescimento ou morte de microrganismos, mas também para prever mudanças nas características de qualidade dos alimentos durante seu processamento, definir pontos críticos de controle, estimar a vida-de-prateleira de produtos, otimizar sistemas de produção e de cadeias de distribuição etc.

A utilização de recursos computacionais no ensino provê a introdução de algumas das situações industriais mais comuns, envolvendo controle de processos, o qual pode ser mediado pela simulação de modelos em computador, que consiste da manipulação de uma representação simplificada da realidade, obtida por meio de observações e da identificação dos elementos-chave de um processo.

A educação em engenharia não seria possível sem extensos experimentos laboratoriais, permitindo ao estudante analisar e implementar seus conhecimentos e habilidades em processos reais. De acordo com BELHOT, FIGUEIREDO e MALAVÉ (2001), a simulação é “um processo de experimentação com um modelo detalhado de um sistema real, para determinar como o sistema responderá a mudanças em sua

estrutura, ambiente ou condições de contorno”. Um modelo bem construído auxilia a encontrar respostas às questões importantes e, portanto, torna a simulação uma técnica útil e eficiente para a solução de problemas, substituindo, ao menos parcialmente, a utilização de laboratórios.

Quando um sistema é simulado em computador, cada elemento componente do modelo é especificado por condições iniciais e o programa fornece as respostas, ou comportamento do sistema, de acordo com as relações especificadas entre os elementos (HANNON e RUTH, 1994). As condições iniciais podem ser baseadas em informações empíricas, em valores razoáveis para o modelador ou em medidas reais como, por exemplo, a população inicial de microrganismos em uma cultura.

A possibilidade de modelar e simular fenômenos reais em programas computacionais representa grande avanço nos métodos de ensino e aprendizagem, permitindo aos alunos analisar e alterar os resultados possíveis de um processo dinâmico. Segundo BAILLIE e PERCOCO (2000), muitos pesquisadores acreditam que recursos técnicos surgiram para beneficiar a capacidade de ensinar usando simulações em computador, promovendo o entendimento e a motivação dos alunos. Dessa forma, a simulação torna-se ferramenta importante para o educador, que pode utilizá-la para desenvolver conceitos e métodos de otimização de processos industriais.

A simulação pode ser empregada nos testes e na solução de problemas cada vez mais complexos e que dependem do entendimento e da consideração simultânea de vários parâmetros. Para BELHOT, FIGUEIREDO e MALAVÉ (2001), a aplicação de simulação e modelagem visa dar apoio e estímulo ao desenvolvimento da visão sistêmica, da prática de pensar estrategicamente, da capacidade de trabalhar em equipe, de compartilhar conhecimentos e de aprender em grupo. A fim de dotar os estudantes de engenharia com conhecimento, experiência e compreensão da realidade, é necessária a adoção de estratégias educacionais adequadas.

Os estudantes de engenharia frequentemente absorvem conceitos efetivamente quando recebem a informação em um modo dinâmico, visual. Dessa forma, o desenvolvimento e a aplicação de *softwares* de simulação estão contribuindo de forma significativa para o uso do computador na solução de um problema diante de situações novas. Esses programas favorecem a aplicação da simulação dentro de uma abordagem construtivista, permitindo o ensino e a aprendizagem de novos conceitos e teorias, e são facilmente implementados em ambientes de ensino mediados pela Internet.

Com o desenvolvimento de *softwares* de modelagem gráfica, como Simulink, que utiliza diagramas de blocos, os alunos têm a oportunidade de mover diretamente de um sistema análogo para uma simulação (SCHREUDERS e JOHNSON, 1999). Para a execução do modelo, o engenheiro poderá utilizar diferentes linguagens de programação, como a FORTRAN e a C++. Mais recentemente, o usuário tem migrado para pacotes matemáticos, sendo o MatLab o mais utilizado na engenharia.

A partir de questionários aplicados por BAILLIE e PERCOCO (2000) a 106 professores que utilizam computador em suas disciplinas, foi possível concluir que 15% usam computadores no ensino como uma ferramenta para permitir ao estudante fazer ligações entre o aprendizado teórico e a aplicação desse conhecimento. Isso significa que os alunos podem usar tecnologia para fazer experimento em um ambiente simulado a fim de que observem erros e encontrem soluções, testando, dessa forma, suas habilidades teóricas.

Dos professores respondentes, 53% usam tecnologias de informação e comunicação para melhorar o aprendizado dos alunos e 32% usam computadores em suas aulas para permitir que estudantes aprendam novas habilidades computacionais, que possam aplicar não somente em uma disciplina específica, mas também em outras situações.

O uso de programas de simulação nas aulas práticas da disciplina Cinética de Processos Bioquímicos favorece o estudo de sistemas dinâmicos como, por exemplo, os processos fermentativos, e a solução de equações matemáticas, familiarizando o aluno com situações comuns em sua vida profissional e possibilitando experiências na utilização de linguagens de programação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Departamento de Tecnologia de Alimentos – DTA, da Universidade Federal de Viçosa – UFV, com apoio da sua Central de Processamento de Dados – CPD.

O procedimento descrito a seguir foi desenvolvido e adotado neste trabalho com o propósito de mediar computacionalmente o processo de ensino-aprendizagem da disciplina TAL 416 – Cinética de Processos Bioquímicos, oferecida aos alunos do oitavo período do curso de Engenharia de Alimentos da UFV, utilizando um ambiente educativo na *web*. O fluxograma de trabalho está esquematizado na Fig. 4²⁰.

As atividades relacionadas ao material pedagógico da disciplina (pesquisa, produção e estruturação) e ao ambiente educativo (planejamento, desenvolvimento e avaliação) foram realizadas simultaneamente. Estando o processo em constante análise pela equipe de trabalho, essa metodologia permitiu um retorno àquelas etapas já realizadas e permitiu reajustes e aberturas para novas construções ao longo de sua progressão. Configurou-se, ainda, nesse modelo, um paralelismo entre as diversas atividades, implicando uma integração entre elas.

²⁰ O fluxograma apresentado aqui foi desenvolvido pela autora deste trabalho, tendo como base algumas sugestões de OLIVEIRA, COSTA e MOREIRA (2001) para planejamento, desenvolvimento e avaliação de ambiente educativo, bem como métodos adotados por diversos outros autores. Procurou-se criar, assim, uma metodologia própria e adequada ao contexto de sua aplicação, a qual poderá ser utilizada como proposta para produção de ambiente educativo na *web* e, ou, para elaboração de material didático destinado a processo de ensino-aprendizagem mediado por computador.

- Descrição da disciplina: definição do programa analítico (objetivos instrucionais, sistema de avaliação, referências bibliográficas etc.) e do conteúdo pedagógico.
- Definição das estratégias pedagógicas (execução de atividades e ações): pesquisa e produção de todo o material didático a ser incluído no ambiente computacional (apostilas, notas de aulas, exercícios e tarefas, material suplementar à disciplina e roteiros de aulas práticas).
- Definição das formas de implementação das estratégias pedagógicas: aprendizagem de conteúdos nas aulas presenciais regulares e por meio da utilização do material didático disponibilizado no ambiente educativo²¹; solução de problemas em exercícios e tarefas; discussões em grupo (na sala de aula e via Internet); realização de projetos em grupo; e atendimento aos alunos (presencial e via Internet).
- Planejamento do ambiente educativo: definição das ferramentas e recursos a serem disponibilizados ao professor e aos alunos (tecnologias de comunicação, atividades síncronas e assíncronas, arquivos executáveis para simulação de modelos, gerenciamento dos recursos do *software*, entre outras), da estrutura completa do ambiente e da interface com o usuário.
- Construção do ambiente computacional para mediação do processo de ensino-aprendizagem de Cinética de Processos Bioquímicos: criação das ferramentas do *software* (biblioteca virtual, agenda de atividades, fórum de discussões, *chat*, lista de *e-mail* etc.) e inclusão do material pedagógico no ambiente educativo.
- Escolha do método (instrumentos) de avaliação do ambiente educativo e seleção dos avaliadores.
- Utilização e avaliação do ambiente educativo: disponibilização para uso em caráter experimental e avaliação do ambiente computacional como recurso mediador do processo de ensino-aprendizagem.
- Análise dos resultados.

²¹ As aulas teóricas e práticas de TAL 416 são ministradas regularmente pelo professor durante o período letivo, de forma presencial, conforme horário estipulado pelo Registro Escolar da UFV. O ambiente educativo, neste trabalho, constitui-se de recurso complementar às aulas, servindo como apoio ao processo de ensino-aprendizagem da disciplina.

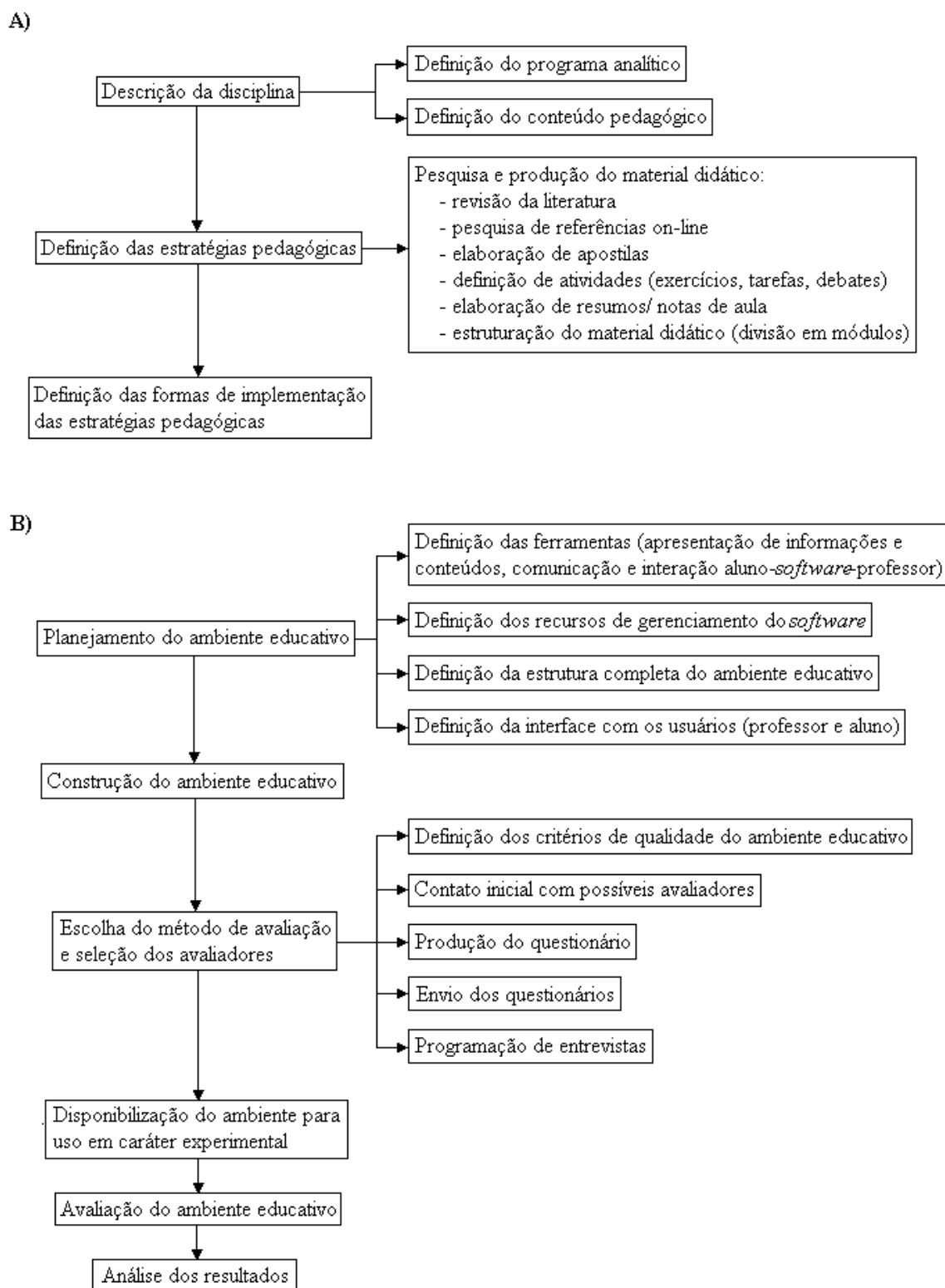


Figura 4 – Fluxograma para desenvolvimento do processo de mediação computacional do ensino-aprendizagem de Cinética de Processos Bioquímicos, em duas seqüências realizadas simultaneamente: A) pesquisa e elaboração do material pedagógico da disciplina e B) planejamento, desenvolvimento e avaliação do ambiente educativo.

3.1 Descrição da disciplina

Cinética de Processos Bioquímicos, codificada na UFV como TAL 416, é uma disciplina obrigatória, oferecida aos alunos do oitavo período do curso de Engenharia de Alimentos. Seu conteúdo é programado para 30 horas de aulas práticas, no Laboratório de Computação do DTA, e 30 horas de aulas teóricas.

As informações gerais sobre TAL 416, apresentadas a seguir, foram descritas no ambiente educativo e disponibilizadas também em material impresso²².

- **Objetivos instrucionais**

Além do desenvolvimento da capacidade de trabalhar em grupo e de pensar e analisar resultados de forma crítica, espera-se que o estudante, ao final da disciplina, seja capaz de:

- Descrever matematicamente reações catalisadas por enzimas e sistemas de crescimento celular.
- Planejar experimentos laboratoriais visando à aquisição de dados de cinética de enzimas e de crescimento celular.
- Estimar coeficientes de relações matemáticas utilizando procedimento estatístico para regressão não-linear.
- Utilizar técnicas de solução numérica de sistemas de equações diferenciais ordinárias – EDOs – na simulação dinâmica de sistemas enzimáticos e de crescimento celular.
- Simular sistemas enzimáticos e de crescimento celular e descrever os efeitos dos coeficientes e parâmetros do sistema, com base em análise de sensibilidade.

- **Tópicos abordados**

²² O conteúdo, a forma de apresentação e o sistema de avaliação da disciplina Cinética de Processos Bioquímicos sugeridos tiveram por base as exigências do programa do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, discussões com o atual professor titular da disciplina e o próprio processo de construção do ambiente computacional educativo. Entretanto, ressalta-se que o ambiente foi elaborado de modo a permitir alterações, seja para adequação a eventuais mudanças programáticas, modificações julgadas pertinentes pelo professor ou, ainda, para atender a necessidades observadas pelos usuários. Essa flexibilidade é, de fato, uma das vantagens de um processo de ensino-aprendizagem mediado por computador.

Nos Quadros 2 e 3 são apresentados, respectivamente, os assuntos abordados nas aulas teóricas e nas aulas práticas da disciplina, bem como os objetivos instrucionais de cada um.

Quadro 2 – Tópicos e objetivos do conteúdo teórico de TAL 416

| Tópico | Objetivos |
|---------------------------------|--|
| Introdução | Descrever, resumidamente, a aplicação e a importância do conhecimento de cinética de processos bioquímicos |
| Cinética de reações químicas | Definir reações químicas; descrever, por meio de relações matemáticas, equações para taxas de reações e fatores que afetam seus coeficientes |
| Reatores ideais | Conceituar, descrever e citar possíveis aplicações para os reatores ideais mais comuns; desenvolver cálculos relacionados ao projeto de reatores |
| Cinética de reações enzimáticas | Desenvolver modelos matemáticos para descrever reações enzimáticas, a partir de modelos estequiométricos; descrever experimentos laboratoriais para validar tais modelos |
| Cinética do crescimento celular | Descrever, por meio de relações matemáticas, o processo de crescimento celular em diferentes biorreatores ideais |
| Modelos matemáticos empíricos | Descrever, por meio de relações matemáticas empíricas, o processos de crescimento celular |

Quadro 3 – Tópicos e objetivos do conteúdo prático de TAL 416

| Tópico | Objetivos |
|--|---|
| Programação em linguagem FORTRAN e solução de EDOs | Conhecer e utilizar os comandos principais de programação em linguagem FORTRAN; escrever, compilar e executar programas que utilizem a sub-rotina RKF45 para solução de EDOs; conduzir estudos de caso envolvendo simulação de sistemas dinâmicos |
| Pacote estatístico SAS | Conhecer e utilizar o pacote estatístico SAS na estimativa de coeficientes em relações não-lineares |
| Simulação de sistemas biológicos | Simular diferentes sistemas enzimáticos e de crescimento celular em linguagem de programação FORTRAN |
| Simulação dinâmica | Conhecer e utilizar os programas MatLab, Simulink e PowerSim para simulação dinâmica; construir e executar programas para simulação de sistemas biológicos |
| Modelos matemáticos empíricos | Conhecer e utilizar modelos matemáticos empíricos para prever crescimento celular |

- Sistema de avaliação

O método de avaliação da disciplina consiste de provas e testes (presenciais), listas de exercícios, projetos em grupo e participação nas discussões on-line, no ambiente educativo.

- Projetos

Considerando a importância de atividades cooperativas em grupo no atual mercado de trabalho, um dos objetivos da disciplina TAL 416 é a prática dessa habilidade, propondo aos estudantes a realização de trabalhos e discussões. Os grupos, constituídos de quatro ou cinco membros, são definidos pelo professor na primeira semana de aula. As equipes devem escolher um tema (processamento, armazenamento ou conservação de um produto) para o desenvolvimento e a simulação dos modelos cinéticos que descrevem o sistema alimentício em estudo.

Todas as fases do desenvolvimento do projeto devem ser discutidas com o professor e disponibilizadas no ambiente educativo, permitindo discussões (comentários, críticas e sugestões) sobre cada trabalho por todos os grupos de alunos.

- Referências bibliográficas

São sugeridos aos alunos leituras complementares (livros, artigos científicos e *sites* da Internet), livros e teses disponíveis na Biblioteca Central da UFV.

3.2 Elaboração do material didático e definição das formas de implementação das estratégias pedagógicas

Para a preparação do material pedagógico de TAL 416, realizou-se pesquisa na literatura da área (artigos científicos, livros e teses) e em anotações de aulas da disciplina. Todo o material didático foi produzido utilizando-se os programas Microsoft Word®, Paint®, Excel® e PowerPoint®, Flash®, Adobe Acrobat 5.0® e Visual FORTRAN 6.6®.

Foi elaborada uma apostila, dividida em seis capítulos, referentes aos tópicos abordados na disciplina, contendo todo o conteúdo teórico, tarefas distribuídas ao longo dos textos e exercícios propostos ao final de cada capítulo. Para a condução das aulas práticas foram produzidos uma apostila sobre programação em linguagem FORTRAN e roteiros para realização das aulas no Laboratório de Computação do DTA, com solução de problemas no SAS e exercícios de simulação em FORTRAN, como o exemplo mostrado na Fig. 5.

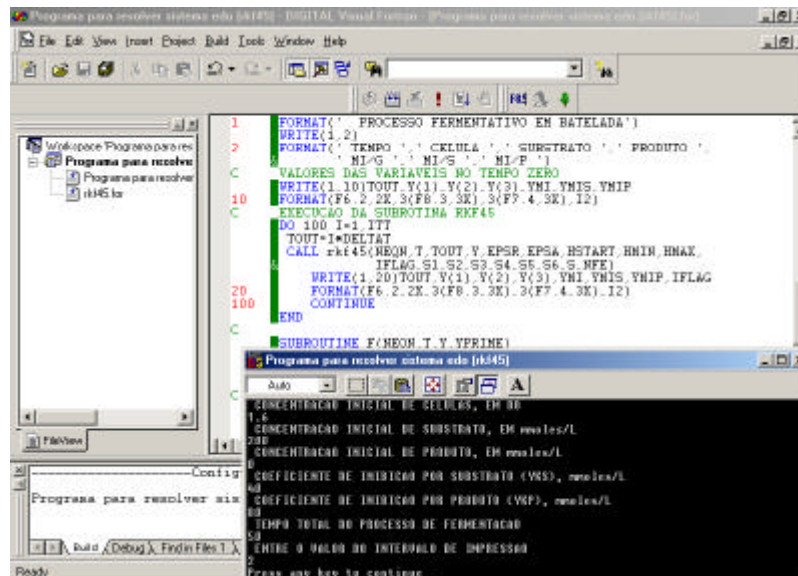


Figura 5 – Interface do programa desenvolvido em linguagem FORTRAN, como exercício para os alunos nas aulas práticas de TAL 416 e para realização de tarefas e projetos.

As apostilas didáticas e um texto contendo as informações gerais da disciplina foram produzidos no Microsoft Word® e convertidos em arquivos do Adobe Acrobat 5.0® (com extensão pdf). Os roteiros de aulas práticas foram mantidos como arquivos do Word (com a extensão doc), possibilitando, assim, a realização de atividades pelos alunos nas aulas da disciplina, como cópias e alterações de programas FORTRAN.

As notas de aulas, com resumos e tarefas referentes aos capítulos da apostila teórica, foram preparadas em PowerPoint® e divididas em módulos, em um total de 15, nos quais foram inseridas figuras e representações gráficas, utilizando o Microsoft Paint® e Excel®. Em alguns *slides* foram incluídos botões para simulação de dados cinéticos, permitindo ao aluno executar arquivos na própria tela do computador, resultantes de programas desenvolvidos em linguagem FORTRAN (Fig. 5).

Os módulos foram elaborados e distribuídos conforme a carga horária programada para cada tópico abordado nas aulas teóricas, sendo cada um correspondente a 2 horas de aula, como apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 – Ordenação dos módulos do conteúdo teórico de TAL 416

| Capítulo | Carga horária | Módulos |
|------------------------------------|----------------------|--|
| 1. Introdução | 2h | 1 - Considerações iniciais |
| 2. Cinética de reações químicas | 6h | 2 - Classificação das reações 3 - Parâmetros cinéticos 4 - Aquisição de dados e validação |
| 3. Reatores ideais | 6h | 5 - Reator tipo batelada 6 - Reatores contínuos 7 - Projetos de sistemas |
| 4. Cinética de reações enzimáticas | 6h | 8 - Complexo ES 9 - Velocidade da reação 10 - Inibição |
| 5. Cinética do crescimento celular | 8h | 11 - Fases do crescimento celular 12 - Cinética do crescimento celular 13 - Projetos de biorreatores 14 - Biorreatores não-ideais |
| 6. Modelos matemáticos empíricos | 2h | 15 - Modelos matemáticos empíricos |

Foram preparados, no Microsoft Word®, testes de múltipla escolha relacionados aos assuntos teóricos da disciplina, a fim de serem adicionados ao final de cada seqüência de módulos. A inclusão desses testes no ambiente educativo está prevista para sua versão atualizada, após as modificações sugeridas neste estudo. O objetivo é incentivar a auto-avaliação, favorecendo a interatividade com o conteúdo e com o *software*. Os alunos também podem utilizar os testes como orientação para o estudo, percebendo, por meio deles, pontos importantes do conteúdo apresentado nas aulas e no material didático.

3.3 Planejamento e construção do ambiente educativo

Como parte deste estudo foram analisados alguns *softwares* educativos comerciais, entre eles: Lotus LearningSpace, Blackboard e WebCT, além de alguns desenvolvidos no Brasil, como o AulaNet, na PUC-Rio, e o TelEduc, na UNICAMP. Pesquisou-se também ambientes educativos desenvolvidos por universidades de vários países da Europa e dos Estados Unidos. Foram observados seus objetivos pedagógicos, ferramentas e recursos disponíveis, apoio ao trabalho cooperativo e colaborativo entre alunos, design e facilidade de acesso e de navegação.

Considerando a análise dos diferentes *softwares*, em combinação com uma proposta de educação a distância para a UFV, a equipe de trabalho optou pela criação de um *software* educativo próprio, com apoio técnico da CPD, responsável por sua programação e manutenção. As diversas ferramentas de auxílio ao processo de ensino-aprendizagem, planejadas para o ambiente educativo, são descritas no Quadro 5.

3.4 Utilização do ambiente educativo em caráter experimental e avaliação

Considerando a avaliação como um processo contínuo e implícito no modelo educacional proposto e a validação como parte essencial desse processo, a avaliação do ambiente educativo foi realizada a partir da integração de abordagens metodológicas qualitativa – tendo como instrumentos questionários e entrevistas – e quantitativa – utilizando técnicas estatísticas.

Todo o material pedagógico produzido foi utilizado como ferramenta pelo professor de TAL 416 nas aulas práticas – conduzidas no Laboratório de Computação do DTA – e nas aulas teóricas da disciplina, bem como para realização de discussões e tarefas pelos alunos fora do ambiente escolar, por meio do ambiente educativo. Apostilas e roteiros de aulas práticas também foram disponibilizados em material impresso, para cópias e para consultas na Biblioteca Central da UFV. Os alunos foram divididos em grupos de quatro ou cinco componentes para realização de atividades cooperativas, como listas de exercícios, tarefas e projetos. Dessa forma, os alunos matriculados na disciplina puderam enviar críticas e sugestões, durante a utilização do ambiente educativo.

O questionário (anexo) foi aplicado via *e-mail* a 95 avaliadores, abordando questões relacionadas à satisfação do usuário quanto à forma de apresentação dos conteúdos, navegabilidade, design, gerenciamento e adequação do ambiente educativo quanto aos objetivos pedagógicos propostos. Os critérios de qualidade foram quantificados por notas de 0 a 5, sendo 0 referente à incapacidade de responder a questão ou indiferença/ neutralidade. Os escores 1 a 5 indicaram, de forma crescente, a satisfação do usuário em cada critério de qualidade analisado.

Quadro 5 – Ferramentas para apresentação de conteúdos, interação aluno-*software*-professor e comunicação, planejadas para o ambiente educativo

| Ferramenta | Descrição |
|-----------------------------|--|
| Informações gerais | Contém todas as informações sobre a disciplina (carga horária, objetivos instrucionais, programa analítico, sistema de avaliação, descrição de projetos e referências bibliográficas) |
| Conteúdo | Nesse item são disponibilizados: 15 módulos, com resumos referentes a cada tópico do conteúdo teórico da disciplina; apostila com o conteúdo teórico (em pdf), dividida por capítulos, incluindo exercícios propostos; apostila com o conteúdo prático (em pdf) e roteiros de cada aula prática (em doc), contendo exercícios de simulação |
| Biblioteca | Contém um Glossário com sistema de busca por palavra-chave para definições de termos referentes aos assuntos abordados na disciplina; <i>links</i> para <i>sites</i> da <i>web</i> com temas relacionados ao conteúdo da disciplina (Referências on-line); referências de literatura disponíveis na Biblioteca Central da UFV (Teses e Livros); periódicos (Trabalhos Científicos); testes e exercícios disponíveis na <i>web</i> (Testes e Exercícios); fotos e vídeos de equipamentos, experimentos etc. (Fotos e Filmes); e <i>links</i> para <i>download</i> de programas (Download de Programas) |
| Mural | Nesse item são disponibilizados arquivos de interesse do aluno, produzidos pelo professor ou pelos grupos de alunos, como tarefas, etapas dos projetos, provas resolvidas etc. |
| P&R | Essa ferramenta será desenvolvida ao longo do período letivo, a partir de dúvidas dos alunos sobre o conteúdo da disciplina. Nela serão disponibilizadas perguntas e suas respectivas respostas, divididas por assunto, contendo também um sistema de busca por palavra-chave |
| Fórum | Meio de comunicação assíncrona, no qual alunos e professor podem debater assuntos de interesse comum. O professor inicia a discussão com uma mensagem que pode ser respondida por cada aluno, e os alunos podem responder mensagens enviadas por seus colegas. Todas as mensagens ficam arquivadas e podem ser lidas em qualquer tempo |
| Chat | Meio de comunicação síncrona, que permite “conversas” entre alunos em tempo real, com ou sem a participação do professor |
| Lista de e-mails | Meio de comunicação assíncrona, que permite ao professor enviar mensagens para todos os alunos e para grupos de alunos separadamente. Os alunos podem também enviar mensagens ao professor, para seu próprio grupo de trabalho ou para outros grupos |
| Ajuda | Contém informações aos usuários sobre como utilizar cada recurso do ambiente educativo, incluindo as funções e o material contido em cada item, podendo servir como um guia de navegação |
| Agenda de atividades | Tem o formato de um calendário, na página inicial do ambiente educativo; permite a visualização de datas (marcadas em negrito) que contêm alguma atividade programada, como provas, prazo para entrega de tarefas e listas de exercícios etc. |
| Quadro de notícias | Permite a visualização de avisos ou notícias disponibilizados pelo professor, como alterações de datas, requisição de tarefas etc. Ao clicar na notícia, o aluno tem acesso ao texto completo em uma outra tela |
| Gerenciamento | Disponível apenas para o administrador do <i>software</i> e para professores e monitores cadastrados; permite criar e excluir atividades na Agenda, avisos no Quadro de notícias, conceitos no Glossário e perguntas e respostas no item P&R, temas no Fórum, endereços de <i>e-mail</i> na Lista e arquivos no Mural |

Por meio de questões de múltipla escolha, os avaliadores foram questionados em relação a problemas durante a exploração dos diferentes recursos do *software*, benefícios prováveis da utilização do ambiente computacional para mediar o processo de ensino-aprendizagem, possíveis obstáculos na utilização do ambiente pelos alunos e modificações sugeridas para o *software* e seus recursos. O questionário também continha espaço para críticas, comentários e sugestões.

Os avaliadores foram divididos em três grupos, constituídos de: 1) professores da UFV; 2) alunos de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos; e 3) alunos matriculados em TAL 416 no primeiro período letivo de 2003. Foram convidados professores de diferentes departamentos da UFV, obtendo-se, assim, um grupo heterogêneo em relação às áreas de atuação dos docentes, aos propósitos pedagógicos das disciplinas ministradas por eles, ao domínio no uso do computador e ao interesse na utilização de recursos computacionais em suas aulas. A maioria dos estudantes da pós-graduação (grupo 2) tem formação em Engenharia de Alimentos na UFV e, portanto, cursou TAL 416 sem o auxílio tecnológico. Dessa forma, esses avaliadores puderam comparar os dois métodos de ensino adotados na disciplina.

O Quadro 6 apresenta o total de avaliadores convidados e o número de questionários respondidos, em cada grupo. O retorno dos questionários atingiu, em média aritmética simples, 46,3%.

Quadro 6 – Distribuição do número de convidados e de respondentes nos grupos de avaliadores do ambiente educativo

| Grupo | Número de avaliadores convidados | Número de respondentes |
|----------------------------|---|-------------------------------|
| 1. Professores | 44 | 16 |
| 2. Alunos da pós-graduação | 13 | 11 |
| 3. Alunos de TAL 416 | 38 | 17 |
| Total | 95 | 44 |

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Proposta de sistema de apoio ao ensino de graduação baseado na Internet

Foi produzido um ambiente educativo na *web*, chamado de PVANet, contendo ferramentas de auxílio ao processo de ensino-aprendizagem, apresentadas no Quadro 5 e descritas nos itens a seguir. A programação e o design do *software* foram desenvolvidos por uma equipe de profissionais da CPD, sob orientação do professor titular da disciplina TAL 416 e da autora deste trabalho.

O ambiente educativo foi desenvolvido com base em princípios sócio-construtivistas, a fim de incentivar o trabalho cooperativo e colaborativo entre alunos e o estudo individualizado e autônomo. Os recursos computacionais foram criados, principalmente, para apresentação de informações e conteúdos e para interação entre alunos e entre alunos e professor.

O PVANet foi estruturado visando apoiar o ensino-aprendizagem da disciplina TAL 416 – Cinética de Processos Bioquímicos, do curso de Engenharia de Alimentos da UFV. Todo o material pedagógico da disciplina, descrito no item 4.2 deste capítulo, foi elaborado visando sua inclusão no ambiente educativo, compondo as diversas ferramentas do *software*.

A aplicação do PVANet, no entanto, estende-se a outras disciplinas de graduação e de pós-graduação da UFV. Professores e, ou, estudantes orientados poderão produzir materiais didáticos informatizados, utilizando qualquer editor de textos, fotos, gráficos e animações, e incluí-los no PVANet, assim como usar seus recursos em sala de aula e para realização de atividades não presenciais. O professor poderá utilizar todos os recursos disponíveis no ambiente educativo, somente os de sua preferência ou aqueles adequados aos objetivos didáticos da disciplina que ministra ou, ainda, verificar a possibilidade de inclusão de algum outro recurso.

4.1.1 Características de acesso

O PVANet foi adaptado ao servidor interno da UFV, podendo ser acessado, por meio de senha e identificação do usuário (*login*), pelo endereço eletrônico <http://www.pvanet.ufv.br>, utilizando os *softwares* Netscape Navigator ou Internet Explorer (versão 5.0 ou superior). Administradores do sistema, professores e monitores cadastrados tiveram acesso ao gerenciamento do *software*, também por senha, pelo endereço eletrônico <http://www.cpd.ufv.br/pvanet/gerenciamento>.

4.1.2 Páginas iniciais

A Fig. 6 mostra a página inicial do PVANet, na qual são apresentados os requisitos básicos para acesso, formas de contato com o administrador do sistema (*e-mails*), créditos do projeto (coordenadores e equipes de programação e design) e *login* do usuário.

A disciplina cadastrada no PVANet – Cinética de Processos Bioquímicos – esteve disponível apenas para os alunos nela matriculados, cujos nomes, senhas e demais informações já constavam do banco de dados acadêmicos da UFV (Sistema de Apoio ao Ensino – SAPIENS).

Na Fig. 7 é mostrada a página acessada após o preenchimento do campo para *login* com nome de usuário e senha, na qual pode-se visualizar as disciplinas disponíveis para cada aluno e o número de usuários on-line. Nessa tela existe um ícone para saída com segurança, localizado no canto superior direito.

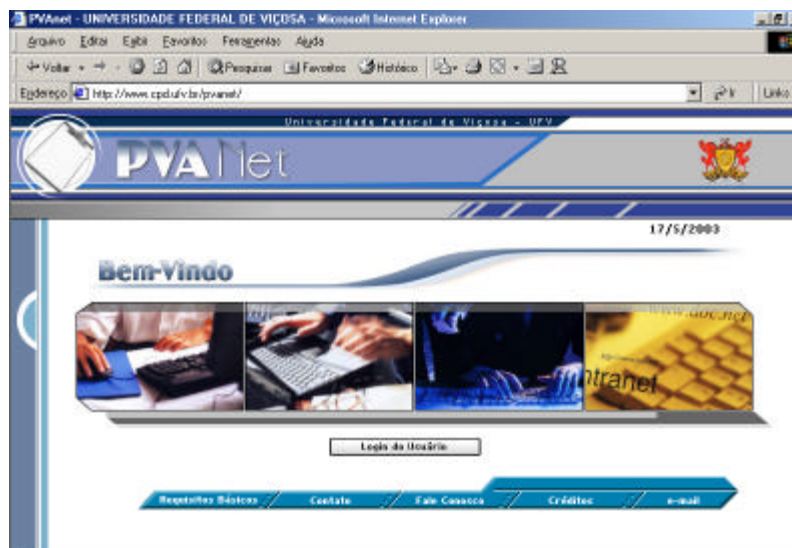


Figura 6 – Tela de acesso ao PVANet.

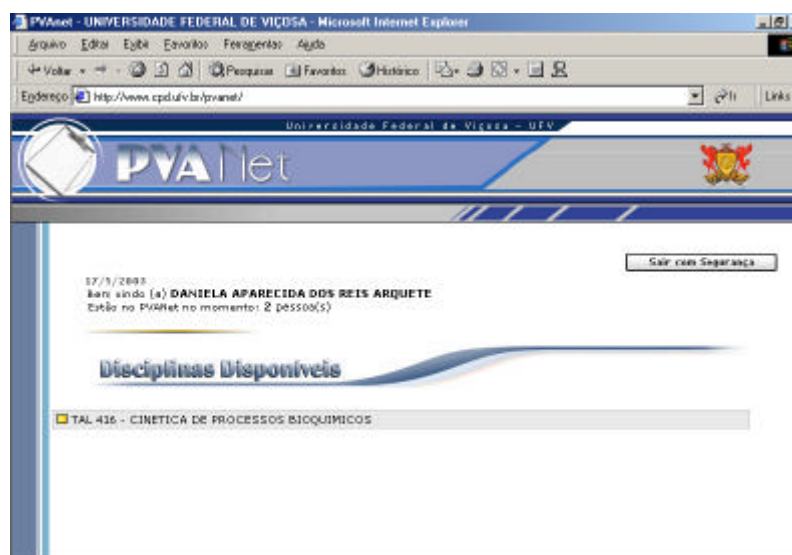


Figura 7 – Tela de acesso às disciplinas disponíveis para o usuário/ aluno.

4.2 Implementação do sistema

Informações gerais, apostilas e resumos, roteiros de aulas práticas, exercícios, tarefas e projetos em grupo, leituras complementares e outros materiais suplementares à disciplina TAL 416 – Cinética de Processos Bioquímicos, foram disponibilizados no PVANet.

A apostila continha as informações gerais da disciplina, os conteúdos dos tópicos do programa analítico de TAL 416, listas de exercícios ao final de cada capítulo, tarefas distribuídas ao longo dos textos e as seqüências de *slides* correspondentes aos

“Módulos” (Quadro 4). Além de incluído no ambiente educativo, o conteúdo preparado em forma de apostila foi disponibilizado na Biblioteca Central da UFV e em local apropriado para facilitar a cópia pelos alunos.

A distribuição de páginas e de *slides* para cada capítulo da apostila é apresentada no Quadro 7.

Quadro 7 – Estruturação da apostila e dos “Módulos” no PVANet de acordo com o conteúdo teórico de TAL 416

| Capítulo | Total de páginas na apostila | Número do “Módulo” | Total de <i>slides</i> no “Módulo” |
|------------------------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------------|
| 1. Introdução | 10 | 1 | 14 |
| 2. Cinética de reações químicas | 36 | 2 | 7 |
| | | 3 | 10 |
| | | 4 | 11 |
| 3. Reatores ideais | 29 | 5 | 7 |
| | | 6 | 11 |
| | | 7 | 1 |
| 4. Cinética de reações enzimáticas | 65 | 8 | 13 |
| | | 9 | 9 |
| | | 10 | 11 |
| 5. Cinética do crescimento celular | 96 | 11 | 7 |
| | | 12 | 10 |
| | | 13 | 11 |
| | | 14 | 7 |
| 6. Modelos matemáticos empíricos | 12 | 15 | 8 |

4.2.1 Páginas iniciais da disciplina

A Fig. 8 mostra a página inicial do PVANet para a disciplina TAL 416, contendo as “Notícias” e a “Agenda de atividades”, em forma de calendário, e o menu horizontal, com as ferramentas descritas no Quadro 5 (“Informações Gerais”, “Conteúdo”, “Biblioteca”, “Mural”, “P&R”, “Fórum”, “Chat”, “Lista de e-mails” e “Ajuda”).

O usuário deve clicar sobre a data destacada em negrito no calendário para ter acesso à descrição de cada atividade. É possível visualizar também as atividades programadas em todos os meses do ano, utilizando as setas laterais que permitem avançar para o próximo mês ou retornar ao anterior.

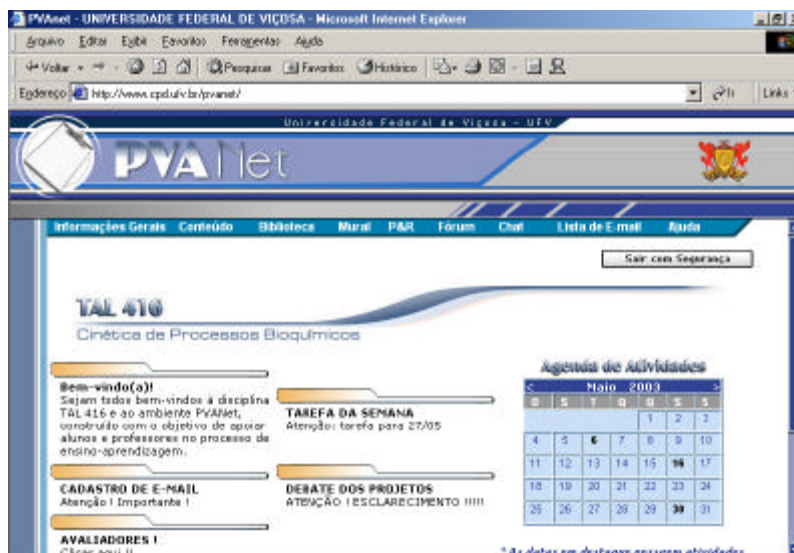


Figura 8 – Tela inicial do PVANet para a disciplina TAL 416.

Para visualizar o conteúdo de uma notícia, é preciso clicar sobre o texto referente à notícia apresentado na página inicial (Fig. 8) e, então, uma tela adicional se abrirá, contendo a notícia ou o aviso completo (Fig. 9).

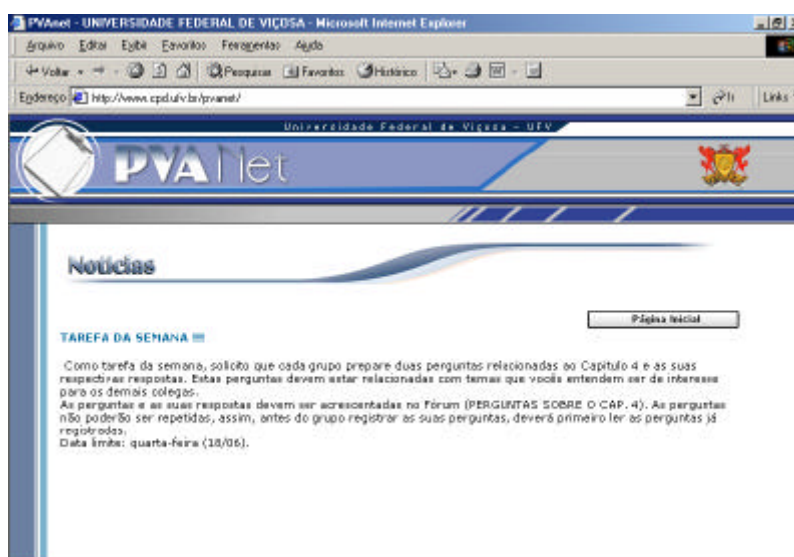


Figura 9 – Tela contendo uma notícia, acessada por um dos *links* de “Notícias” da página inicial de TAL 416 no PVANet.

4.2.2 Conteúdo

O material didático de TAL 416, constituído de apostilas, roteiros de aulas práticas e resumos (notas de aulas) das aulas teóricas, pode ser acessado pelo item

“Conteúdo” no menu horizontal do PVANet. Na Fig. 10 é mostrada parte da tela do “Conteúdo”, que contém esses arquivos. Esse ambiente permite, ainda, a inclusão de testes de múltipla escolha.



Figura 10 – Tela do “Conteúdo”, em que são disponibilizados os materiais didáticos da disciplina.

Todos os arquivos do “Conteúdo” podem ser abertos e visualizados na tela do computador, bem como serem salvos ou impressos. Os textos referentes a cada item do conteúdo teórico são disponibilizados como Capítulos, em formato pdf. Os conteúdos das aulas teóricas são apresentados na forma de “Módulos”, em Flash®.

Para efeito de teste, alguns “Módulos” foram disponibilizados no PVANet no mesmo formato em que foram elaborados, no PowerPoint®. Esse procedimento é conveniente para o professor, devido à maior facilidade de preparação do material no PowerPoint®, quando comparado ao Flash®. No entanto, uma vantagem do PVANet é permitir a inclusão de qualquer tipo de arquivo no “Conteúdo”.

No caso específico do PowerPoint®, existem quatro extensões nas quais o arquivo pode ser salvo para sua disponibilização no ambiente educativo: ppt, pps, mht e htm. A vantagem de produzir os “Módulos” com a extensão htm é a possibilidade de visualizá-los independentemente da instalação do PowerPoint® no computador do usuário, ao contrário das extensões ppt, pps e mht. Em contrapartida, os “Módulos” salvos nas extensões ppt, pps e mht geram apenas um arquivo final, ao passo que na

extensão htm são criados um arquivo e um diretório com o conjunto de imagens presentes no arquivo, o que dificulta a transferência dos mesmos para o servidor que hospeda o PVANet.

Foi medido o tempo entre a seleção do “Módulo” e o seu total aparecimento na tela do computador, sendo o mesmo “Módulo” salvo nas diferentes extensões do PowerPoint® e elaborado também na linguagem Flash®. A versão em Flash® e a extensão htm do PowerPoint® apresentaram o menor tempo, variando de 3 a 10 segundos, de acordo com as configurações do computador utilizado. A extensão ppt apresentou tempo três vezes maior e as extensões pps e mht apresentaram tempos aproximadamente duas vezes maiores, quando comparados com a extensão htm.

A utilização do Flash® para produção dos “Módulos” pode tornar demorado os processos de montagem e atualização dos conteúdos no PVANet, além de requerer o suporte de pessoal técnico ou de profissionais com conhecimento especializado. Por isso, recomenda-se que a linguagem Flash® seja utilizada apenas para ilustrações animadas que facilitem o processo de ensino-aprendizagem.

Nas Figs. 11 e 12 são mostrados alguns dos *slides* elaborados em Flash®, contendo notas de aulas, figuras, gráficos e equações, nos quais pode ser visualizado o menu horizontal com algumas ferramentas do PVANet.

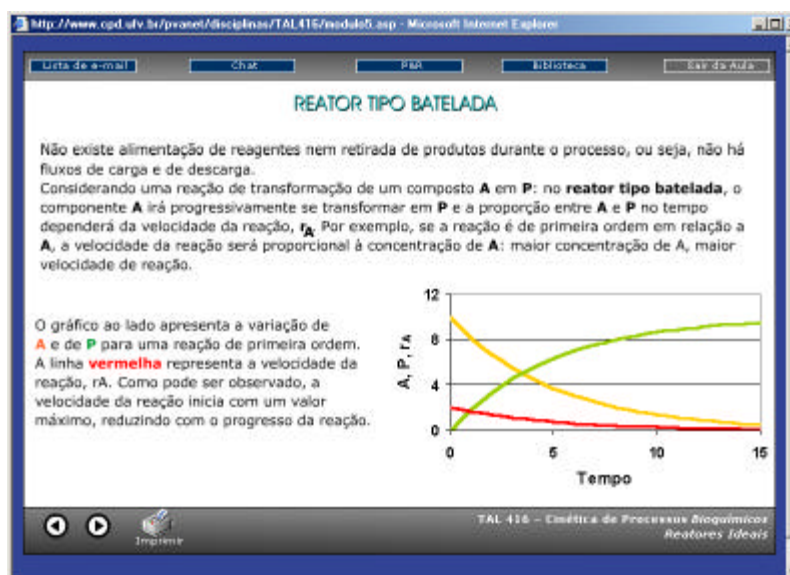


Figura 11 – Slide de um dos “Módulos” do “Conteúdo” de TAL 416 no PVANet, elaborado no programa Flash®.

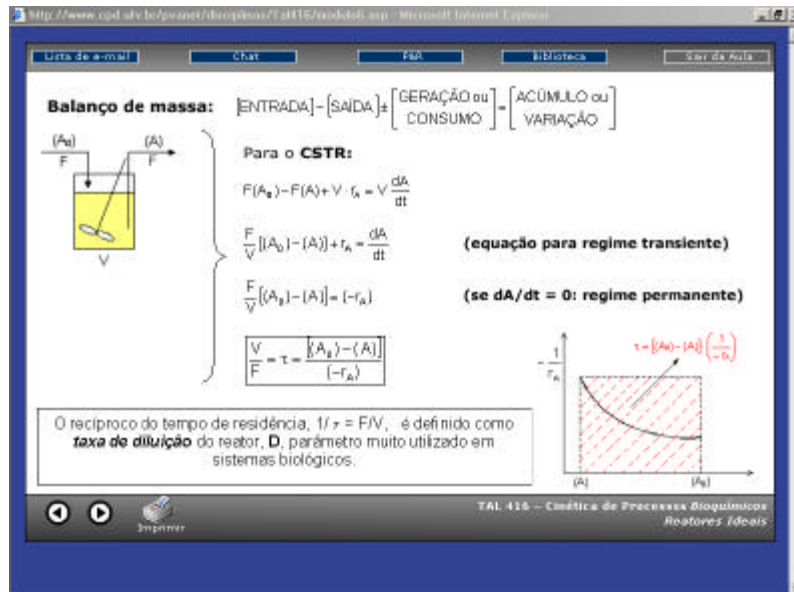


Figura 12 – Slide de um dos “Módulos” do “Conteúdo” de TAL 416 no PVANet, elaborado no programa Flash®.

O recurso “Sair da Aula” permite ao usuário fechar o “Módulo” e retornar ao “Conteúdo”. Na parte inferior esquerda dos *slides* (Figs. 11 a 17) podem ser vistos os ícones para impressão e os botões para avançar para o próximo *slide* ou retornar ao anterior.

Algumas notas de aulas e tarefas foram elaboradas utilizando linguagem coloquial, como uma “conversa direta” entre professor e aluno, o que favorece a transmissão de conteúdos, o aprendizado e a interação do aluno com o professor e com o conteúdo. Exemplos da aplicação desse tipo de linguagem são mostrados nas Figs. 13 a 15.

Na Fig. 14 é mostrado um exemplo de *slide* contendo um botão de ação que permite ao usuário realizar simulações de dados cinéticos por meio de um arquivo executável, na própria tela do computador. Os arquivos executáveis, preparados no programa Visual FORTRAN 6.6®, estão incluídos em atividades interativas de alguns “Módulos”.

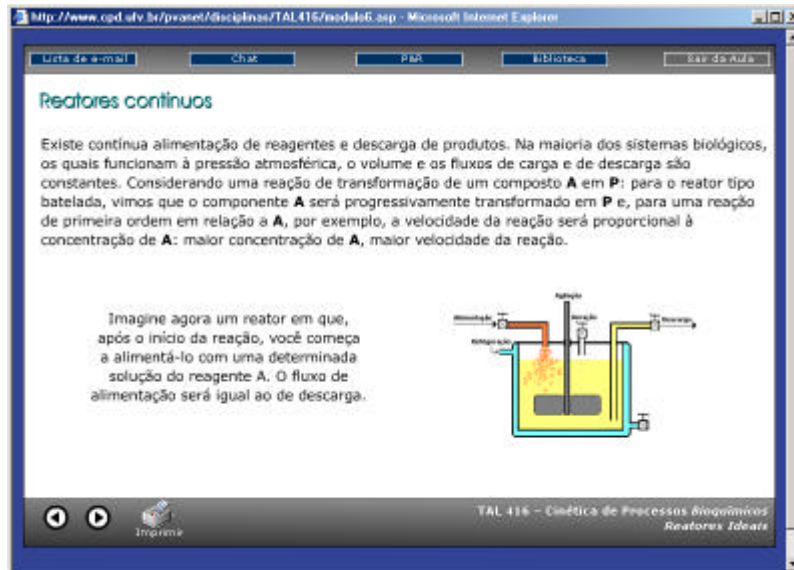


Figura 13 – Slide com notas de aula e um exemplo de texto em linguagem coloquial.

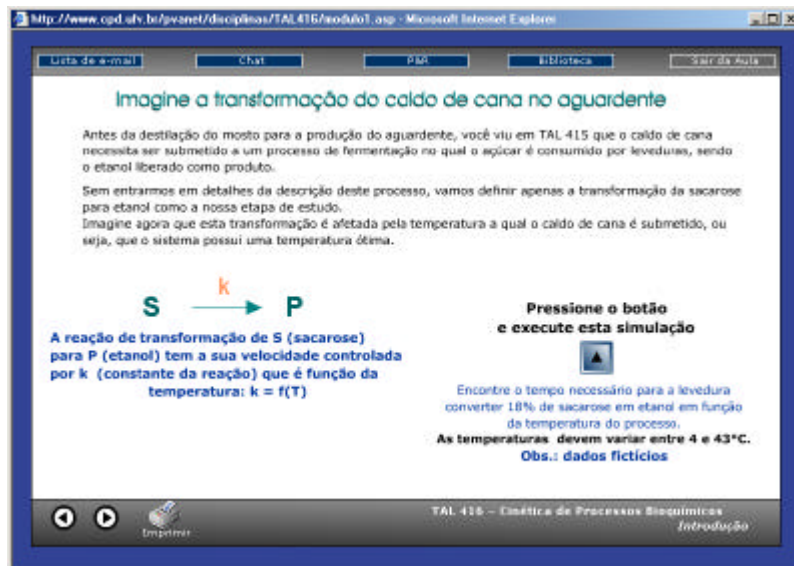


Figura 14 – Slide com atividade interativa de simulação, utilizando linguagem coloquial.

Alguns exemplos de tarefas individuais e em grupo, apresentadas nos “Módulos” e ao longo da apostila teórica, são mostrados nas Figs. 15 a 17.

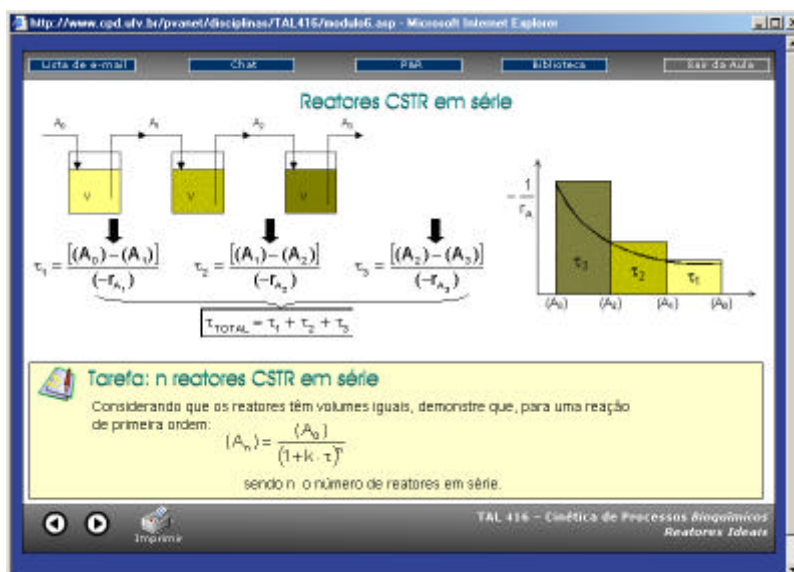


Figura 15 – Slide com figuras, equações, ilustração gráfica e tarefa.

Na Fig. 16 é mostrado um exemplo de atividade interativa e cooperativa, que requer dos alunos a pesquisa de artigos científicos na Biblioteca Central da UFV ou na Internet e a discussão dos grupos de alunos no “Fórum” do PVANet. A Fig. 17 ilustra um *slide* com uma tarefa a ser realizada individualmente, também com participação dos alunos no “Fórum”.

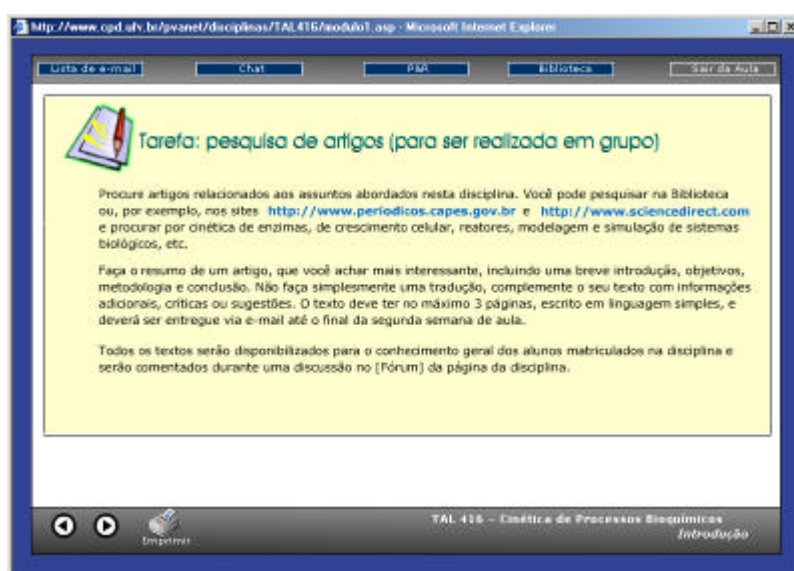


Figura 16 – Exemplo de tarefa em grupo, que requer dos alunos a pesquisa de artigos científicos e a participação no “Fórum” de discussões do PVANet.



Figura 17 – Slide contendo tarefa individual, com participação do aluno no “Fórum” do PVANet.

A Fig. 18 mostra uma seqüência de *slides* de um dos “Módulos” do “Conteúdo”. Essa apresentação foi disponibilizada como arquivo do PowerPoint® (formato htm), e sua visualização não é em tela inteira.

Já a Fig. 19 mostra um *slide* de um “Módulo” que permite sua visualização como uma apresentação na tela, por meio da opção “Apresentação de slides”, na parte inferior direita da tela. Um *slide* visualizado dessa forma, contendo uma atividade interativa de simulação associada a uma tarefa, é mostrado na Fig. 20. A diferença entre os tipos de arquivos é que na primeiro (Fig. 18), salvo como página da *web*, não foi marcada a opção “Adicionar controles de navegação de slides”, no menu Publicar, Opções da *web*, Geral.

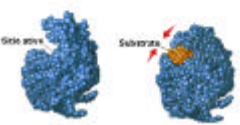
Universidade Federal de Viçosa - UFV

PVA net

Características das enzimas

- 1) Combinam temporariamente com substratos durante a reação.
- 2) São liberadas sem alteração em sua estrutura após a conversão de substratos em produtos.
- 3) Não atingem o equilíbrio de reação.
- 4) São específicas em sua atividade.
- 5) São saturadas por altas concentrações de substrato.
- 6) Muitas contêm grupos não-proteicos chamados cofatores, que contribuem para sua atividade.
- 7) Muitas são sensíveis ao pH e à temperatura.

Sítio ativo: estrutura molecular da enzima que combina com a molécula de substrato, localizado, na maioria das vezes, em uma cavidade ou fenda em sua superfície.



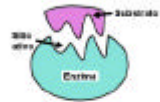
Fl. 08 - Unidade de Processos Bioquímicos
CINÉTICA DE REAÇÕES ENZIMÁTICAS

Universidade Federal de Viçosa - UFV

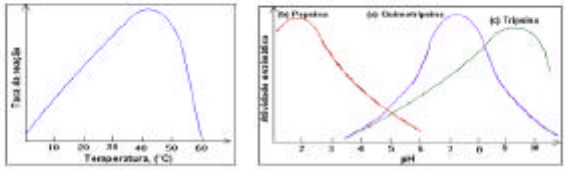
PVA net

- Complexo enzima-substrato

Emil Fischer (1894): teoria da "chave e fechadura".



Efeitos da temperatura e do pH na atividade enzimática



Fl. 08 - Unidade de Processos Bioquímicos
CINÉTICA DE REAÇÕES ENZIMÁTICAS

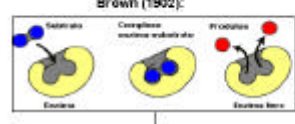
Universidade Federal de Viçosa - UFV

PVA net

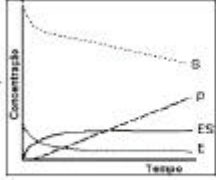
Henry (1902) sugere a relação:

$$v = \frac{V_{max}(S)}{K_m + (S)}$$

Brown (1902):



Michaelis-Menten (1913):

$$E + S \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} ES \xrightarrow{k_2} P + E$$


→ $[E_0] = [E] + [ES]$
→ $[S] \gg [E_0]$

Fl. 08 - Unidade de Processos Bioquímicos
CINÉTICA DE REAÇÕES ENZIMÁTICAS

Figura 18 – Sequência de slides com notas de aulas de TAL 416, disponibilizados no PVANet como arquivos do PowerPoint®, no formato htm.

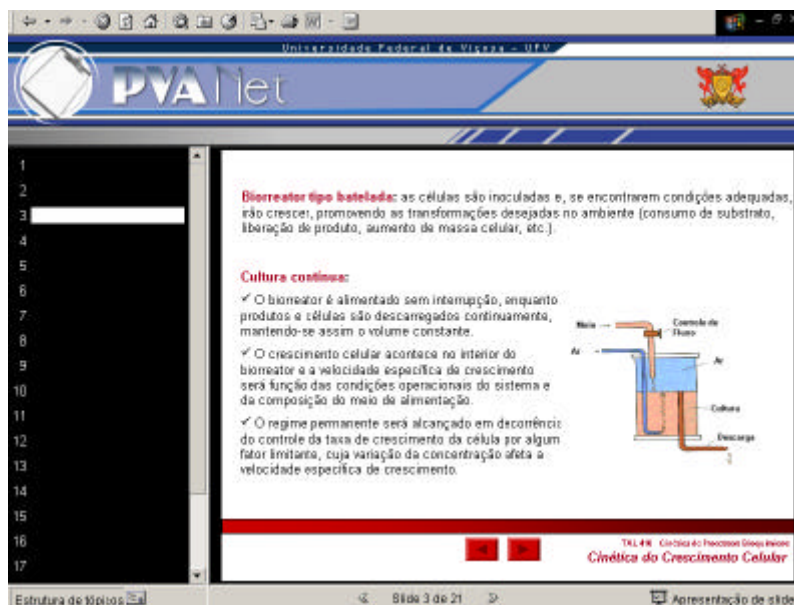


Figura 19 – Slide de um “Módulo” disponibilizado no PVANet como arquivo do PowerPoint®, o qual permite visualização na forma de apresentação na tela.

Tarefa: fermentação láctica

As equações a seguir representam matematicamente o processo de fermentação de uma bactéria láctica. Durante o crescimento da célula, é assumido que para cada 1 mol de substrato utilizado, 2 moles de produto são formados. Com base no resultado de simulações do processo, para diferentes concentrações iniciais do substrato, explique os resultados obtidos em relação ao crescimento celular, ao consumo de substrato e à formação de produto. Esboce e explique os gráficos para, no mínimo, duas concentrações iniciais diferentes de substrato: 50 mM e 70 mM. Para os testes, utilize concentração inicial de célula $DO = 0,1$.

$$\frac{dX}{dt} = \mu X$$

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{1}{0,06} \left(\frac{dX}{dt} \right) - 0,15 \cdot X$$

$$\mu = 0,24 \left[\frac{(S)}{12 + (S)} \right] \left[1 - \frac{(P)}{120} \right]$$

$$\frac{dP}{dt} = 2 \left(\frac{dS}{dt} \right)$$

Botão de Simulação

TAL 495 – Cinética de Processos Bioquímicos
Cinética do Crescimento Celular

Figura 20 – Apresentação na tela de um slide de um dos “Módulos” do “Conteúdo” no PVANet.

4.2.3 Biblioteca

Na ferramenta “Biblioteca” são oferecidos aos alunos os recursos “Glossário”, “Referências on-line”, “Teses e Livros”, “Trabalhos Científicos”, “Testes e Exercícios”, “Fotos e Filmes” e “Download de Programas”, mostrados nas Figs. 21 a 27.

No “Glossário” (Fig. 21), o aluno tem acesso a definições de termos relacionados aos assuntos abordados na disciplina, por meio de um sistema de busca por palavra-chave. Os termos e seus conceitos são separados por tópicos do conteúdo programático da disciplina, definidos pelo professor.

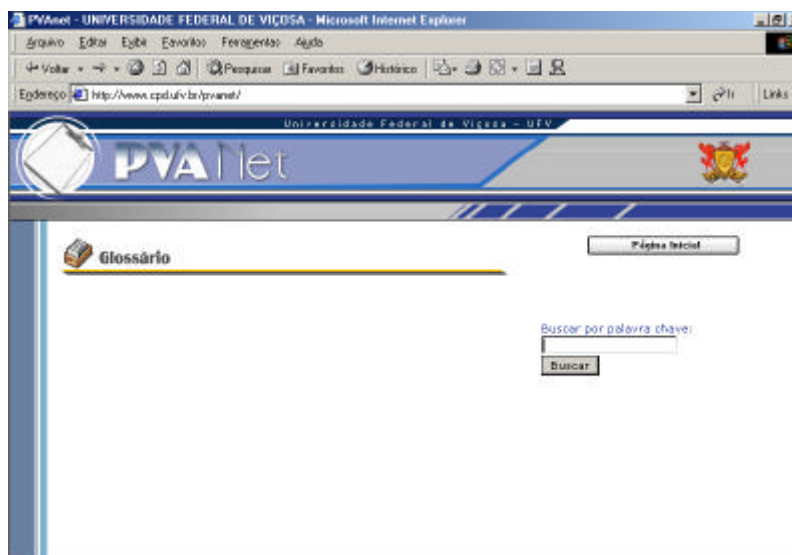


Figura 21 – Tela de acesso ao “Glossário”, na qual pode-se visualizar o campo para busca por palavra-chave.

A página de “Referências on-line” (Fig. 22) contém *links* para *sites* da *web* com assuntos de interesse dos alunos, separados por tópico.

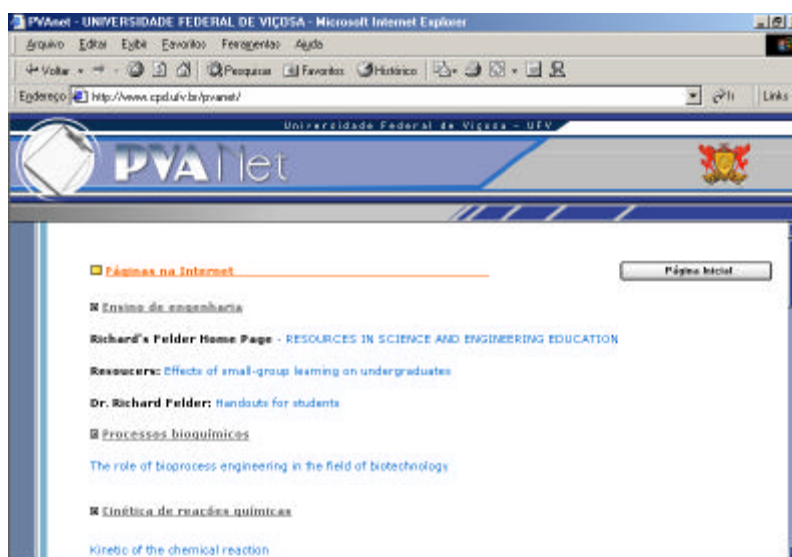


Figura 22 – Tela contendo *links* para páginas na Internet, relacionadas ao conteúdo programático da disciplina.

Os *links* para livros e teses com assuntos relacionados ao conteúdo de TAL 416 ou qualquer outro tema relevante, disponíveis na Biblioteca Central da UFV, são visualizados na página “Teses e Livros” (Fig. 23). Com o acesso a essas referências, os alunos podem verificar a disponibilidade do livro ou tese e fazer reservas.



Figura 23 – Tela contendo *links* para referências de teses e livros na Biblioteca Central da UFV.

Alguns artigos científicos que tratam de assuntos abordados na disciplina, disponíveis no *site* da CAPES (<http://www.periodicos.capes.gov.br>) e em outras páginas da *web*, podem ser acessados pelo item “Trabalhos Científicos” (Fig. 24), o que facilita e incentiva a atividade de pesquisa e realização de tarefas e discussões sobre leituras complementares. Esses artigos podem ser acessados via *web* (em html) ou como arquivos do tipo pdf, vinculados aos seus títulos.

Em “Testes e Exercícios” (Fig. 25), os usuários têm acesso a exercícios e testes de múltipla escolha encontrados em páginas da Internet com acesso livre, relacionados ao conteúdo de TAL 416. Esse tipo de atividade permite a interatividade do aluno com o conteúdo e com o computador. Alguns desses testes disponibilizam *feedback* das respostas, com porcentagem de acertos e comentários sobre cada questão. Testes e exames de anos anteriores, resolvidos ou não, também podem ser acrescentados nesse ambiente.

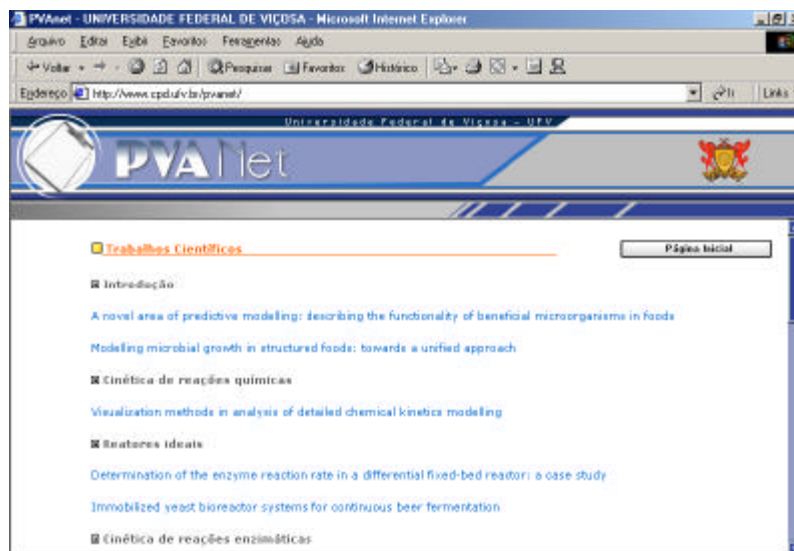


Figura 24 – Tela contendo *links* para periódicos da CAPES e outros artigos científicos disponíveis na Internet.

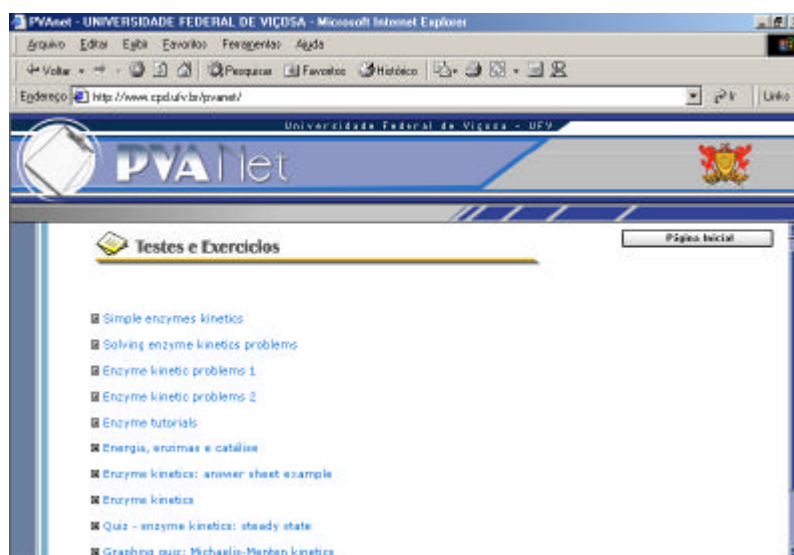


Figura 25 – Tela com *links* para testes e exercícios com acesso livre na Internet sobre assuntos do conteúdo da disciplina.

O item “Fotos e Filmes” (Fig. 26) foi desenvolvido para disponibilização de fotos de equipamentos (ex.: reatores) e vídeos de experimentos em laboratório (ex.: determinação de atividade enzimática, processo de fermentação contínua, entre outros). Os programas necessários à condução das aulas da disciplina e outros de interesse dos alunos deverão ser incluídos no item “Download de Programas” (Fig. 27).

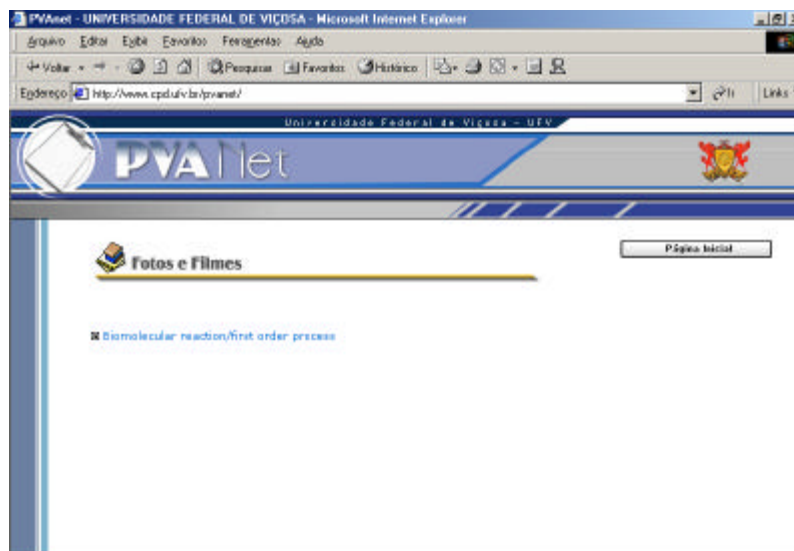


Figura 26 – Tela para visualização de fotos e vídeos.

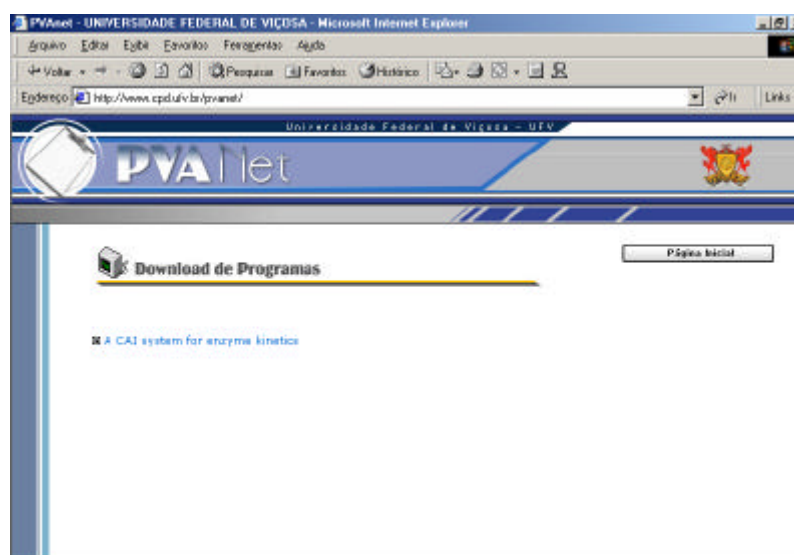


Figura 27 – Tela para *download* de programas.

4.2.4 P&R

A Fig. 28 mostra a tela com a relação de tópicos da disciplina nos quais foram incluídas perguntas e respostas produzidas a partir de dúvidas dos estudantes e tarefas requeridas pelo professor. Esse item deverá ser construído ao longo dos períodos letivos pelo professor, com a participação dos alunos. Ele possui também um sistema de busca por palavra-chave, visando facilitar a localização de termos.

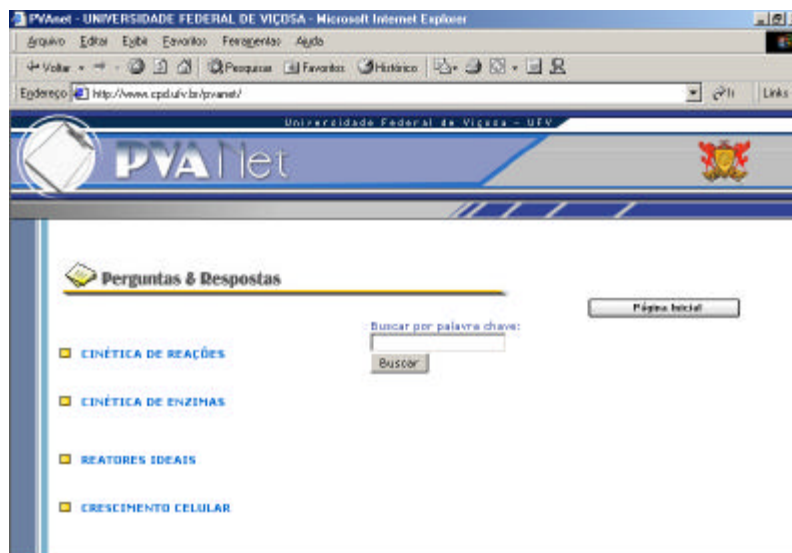


Figura 28 – Tela do “P&R”, na qual podem ser visualizados os tópicos que contêm perguntas e respostas e o campo para busca por palavra-chave.

Dois tipos de perguntas foram incluídas durante o período letivo em que o ambiente educativo foi utilizado, em caráter experimental, pelos alunos de TAL 416: perguntas enviadas via *e-mail* por alunos ao professor, ao longo do semestre, e perguntas formuladas por grupos de alunos, por solicitação do professor, relacionadas a um conteúdo específico, e respondidas por outro grupo de alunos. Para solicitação e recebimento das questões, foi utilizado o “Fórum” do PVANet. Na Fig. 29 é mostrada uma tela com algumas perguntas e respostas contidas no item P&R.

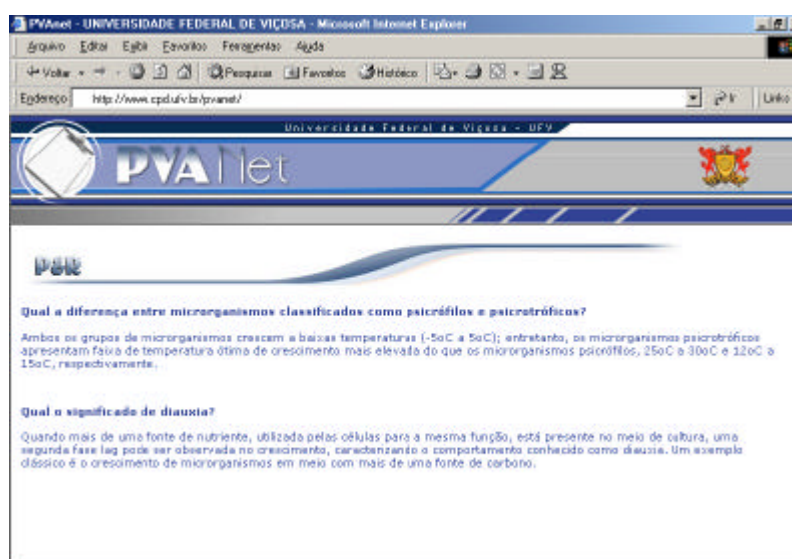


Figura 29 – Tela com perguntas e respostas do item “P&R”.

4.2.5 Mural

O item “Mural (Fig. 30) contém *links* para documentos disponibilizados pelo professor, como provas resolvidas de períodos anteriores, descrição de atividades e projetos para cada grupo de alunos, tarefas e exercícios realizados pelos grupos, entre outros. Os arquivos podem ser incluídos como documentos do Microsoft Word® e PowerPoint® e do Adobe Acrobat®, ou qualquer outro formato. Esse item foi criado para disponibilizar qualquer informação que não se adequar a outro item do menu de ferramentas do PVANet.

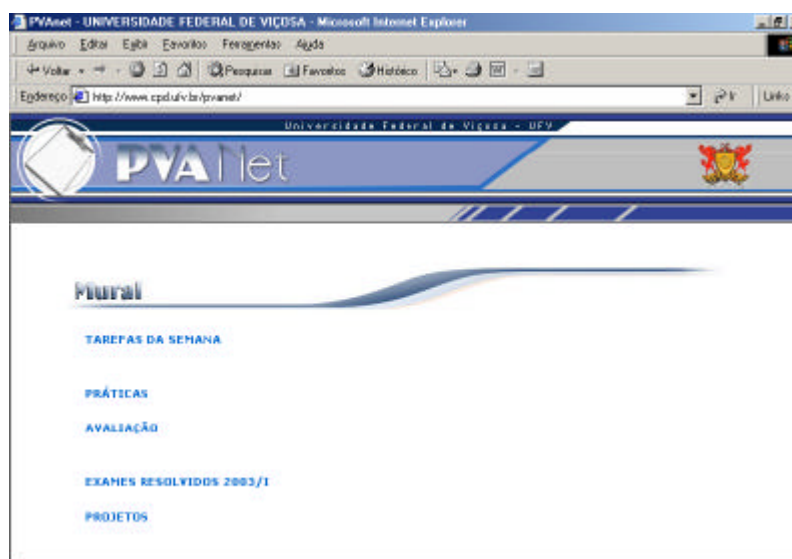


Figura 30 – Tela do “Mural”, contendo arquivos de interesse dos alunos.

4.2.6 Meios de comunicação

No PVANet foram implementadas ferramentas de comunicação assíncrona (“Fórum” e “Lista de e-mails”) e síncrona (“Chat”), as quais podem proporcionar maior interação entre professores e alunos e entre alunos.

A Fig. 31 mostra a tela do “Fórum” de discussões, com todos os temas criados pelo professor e o número de mensagens contidas em cada tema. Os alunos podem clicar em um determinado tema, visualizar a mensagem inicial do professor e então respondê-la, clicando em “Envie uma resposta”, e também responder uma mensagem enviada por outro aluno, procedendo da mesma forma. Assim, cria-se uma hierarquia entre as mensagens, tornando mais fácil sua visualização e o envio de resposta.



Figura 31 – Tela do “Fórum” do PVANet, contendo os temas criados pelo professor e o número de mensagens incluídas em cada tema.

Ao clicar em um tema, aparece uma tela com a mensagem inicial criada pelo professor. Na Fig. 32 é mostrada uma tela do “Fórum” com a mensagem inicial do tema “Debates dos projetos” e algumas mensagens de resposta enviadas pelos alunos.



Figura 32 – Tela do “Fórum” contendo a mensagem inicial de um tema e algumas respostas enviadas por alunos.

Utilizando a ferramenta “Lista de e-mails”, o professor pode enviar mensagens a todos os alunos matriculados na disciplina, a um grupo específico ou a vários grupos de

alunos. Os alunos também podem enviar mensagens ao professor e aos grupos. Para selecionar o destinatário da mensagem, o usuário deve marcar o espaço correspondente a cada destinatário, como mostrado na Fig. 33, redigir a mensagem e enviá-la, clicando no botão “Enviar e-mail”. Os assuntos devem ser adequadamente especificados para facilitar a identificação das mensagens.

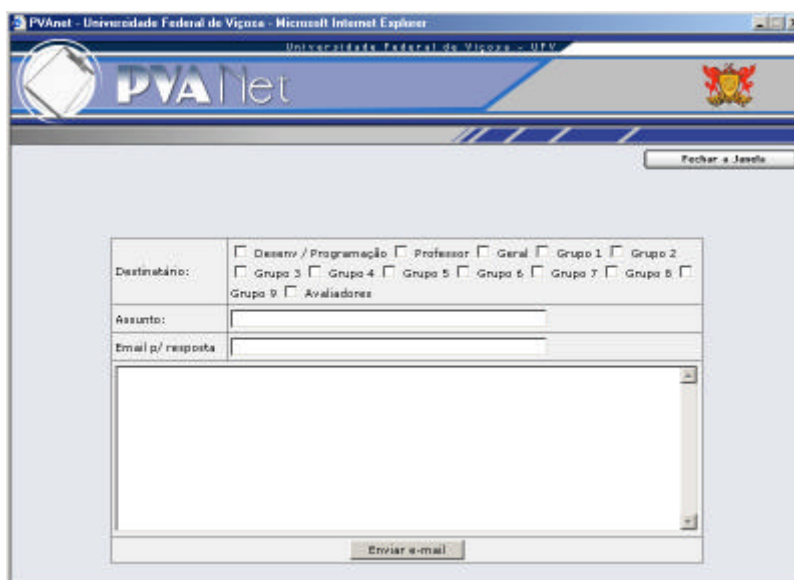


Figura 33 – Tela da “Lista de e-mails”, mostrando os destinatários das mensagens que podem ser selecionados pelo remetente e os campos para assunto, redação e envio da mensagem.

O “Chat” (Fig. 34) permite a comunicação síncrona entre os alunos da disciplina no PVANet. Utilizando essa ferramenta, alunos e professor podem debater sobre assuntos da disciplina e esclarecer dúvidas. Os alunos também podem utilizar o “Chat” para “conversar” com membros do seu grupo de trabalho ou de outros grupos, para discutir sobre exercícios e projetos. O sistema permite que sejam visualizados os nomes dos usuários on-line. As mensagens possuem cores variadas, indicando, com uma determinada cor, quando a mensagem foi enviada pelo usuário, e com outra cor quando foi enviada reservadamente para o usuário.

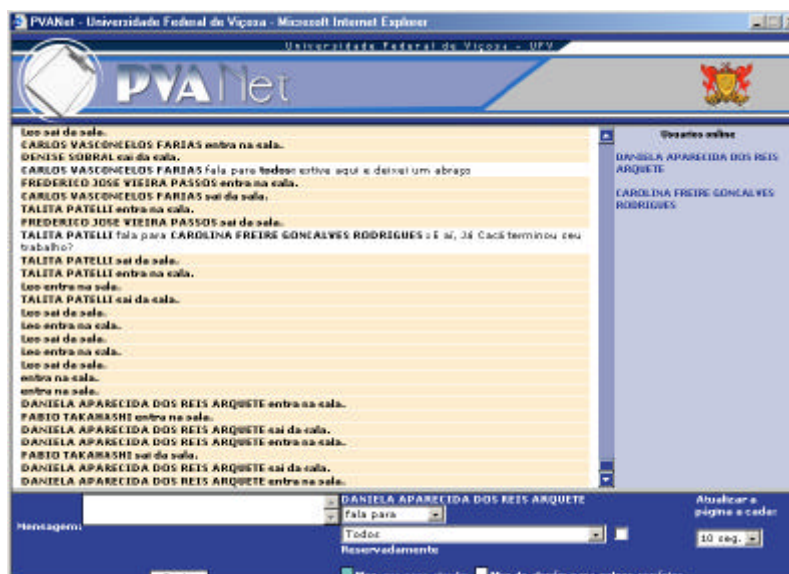


Figura 34 – Tela do “Chat”, na qual podem ser visualizados os nomes dos usuários on-line e as mensagens enviadas em tempo real.

4.2.7 Gerenciamento

O sistema de “Gerenciamento” do PVANet pode ser acessado pelo endereço eletrônico <http://www.cpd.ufv/pvanet/gerenciamento>. Por meio de *login* e senha, o administrador do *software* e os professores e monitores cadastrados podem fazer alterações no conteúdo de algumas ferramentas do PVANet, como criar e excluir mensagens em “Notícias”, atividades na “Agenda”, temas no “Fórum”, endereços da “Lista de e-mails”, termos e conceitos do “Glossário”, perguntas e respostas do “P&R” e documentos disponibilizados no “Mural”. A versão inicial do PVANet não permitia ao professor atualizar (incluir ou excluir) arquivos no “Conteúdo”, nos itens da “Biblioteca” e em “Informações Gerais”. Na nova versão, a montagem do ambiente, bem como a atualização do “Conteúdo” e de todas as outras ferramentas, poderão ser realizadas totalmente pelo professor ou monitor.

A Fig. 35 mostra a tela do “Gerenciamento” para o administrador do *software*, que o permite cadastrar usuários e disciplinas no PVANet.

A página inicial do “Gerenciamento”, disponibilizada ao professor da disciplina, contendo a relação das opções de ferramentas cuja alteração de conteúdo é possível, é mostrada na Fig. 36.

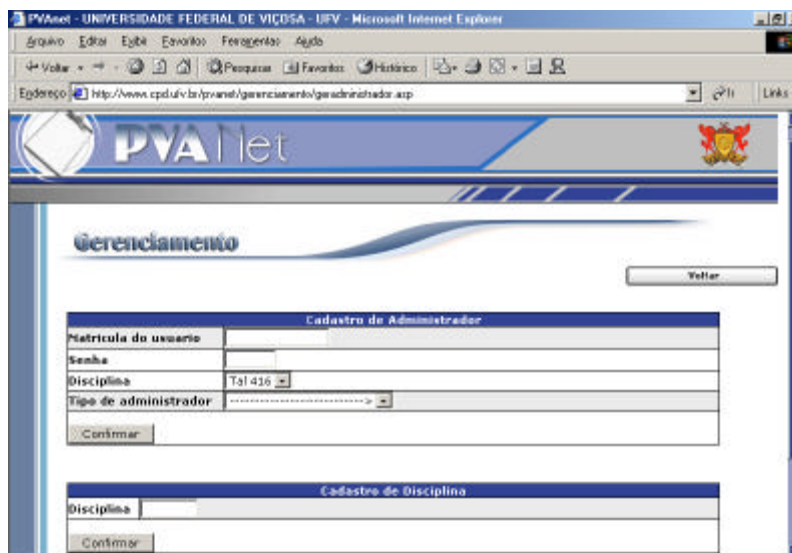


Figura 35 – Tela do “Gerenciamento” acessada pelo administrador do *software* para cadastro de disciplinas.

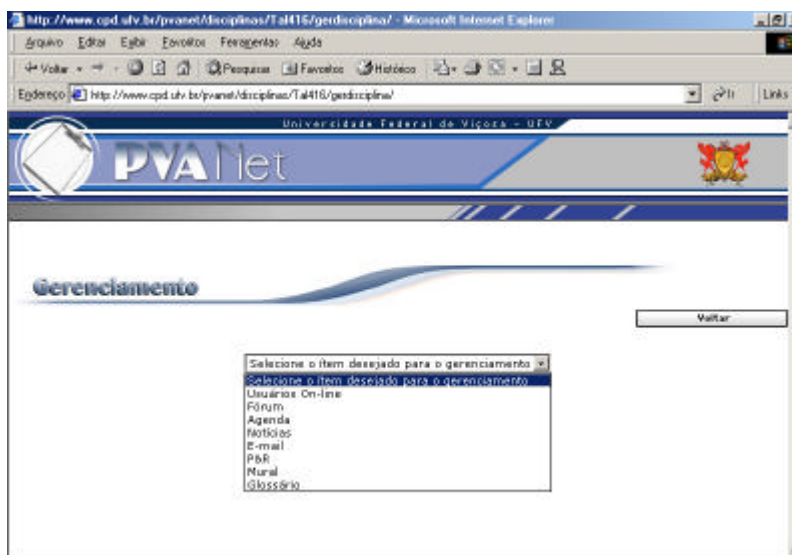


Figura 36 – Tela de acesso ao “Gerenciamento” das ferramentas do PVA net pelo professor da disciplina cadastrada no PVA net.

4.3 Avaliação

O questionário de avaliação do PVA net como ambiente computacional para mediação do processo de ensino-aprendizagem de Cinética de Processos Bioquímicos, contendo questões quantitativas (escores 0 e 1 a 5) e questões abertas, foi respondido por 44 avaliadores (46,3% do total de convidados), sendo 16 professores, 11 alunos da pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e 17 alunos de TAL 416 do

período letivo 2003/II. No entanto, algumas das 61 questões para quantificação dos critérios de qualidade do ambiente educativo não foram respondidas por todos os avaliadores, havendo, portanto, variações nesse total de respondentes, as quais foram consideradas nessa análise.

A Fig. 37 representa a porcentagem total das notas (0 a 5) considerando a soma de cada uma nas 61 questões do questionário. Os resultados foram obtidos a partir das Tabelas 1A a 12A.

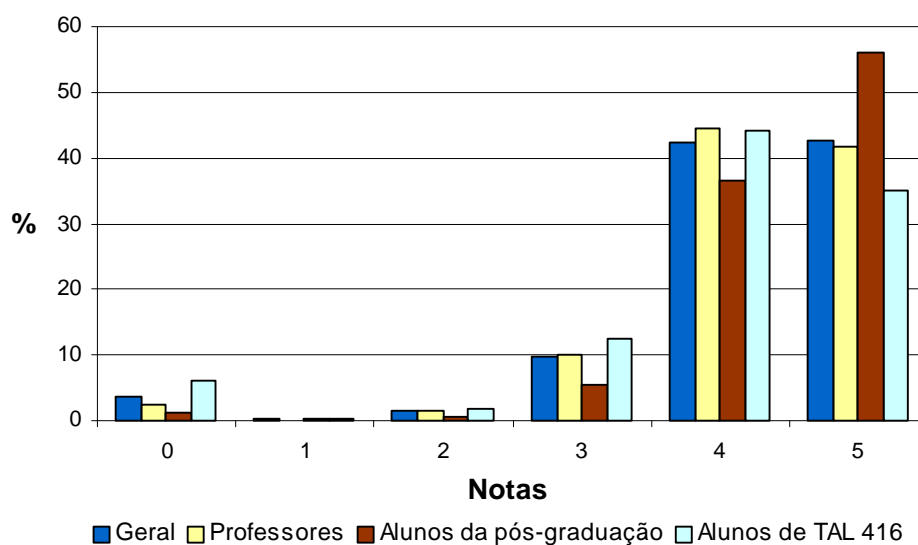


Figura 37 – Porcentagem total de notas para todos os avaliadores (Geral) e para cada grupo separadamente, atribuídas às questões 1 a 61 do questionário de avaliação do PVANet e seus recursos.

Pode-se verificar que as notas 4 e 5 foram predominantes em todos os grupos, o que indica a satisfação dos avaliadores em relação aos aspectos visuais e pedagógicos do PVANet, abordados no questionário.

Considerando o domínio absoluto da nota 5 (56,15%) nas respostas dos alunos da pós-graduação, conclui-se que o processo de ensino-aprendizagem mediado por computador atingiu elevado índice de satisfação para esse grupo. A maioria desses alunos graduou-se em Engenharia de Alimentos na UFV (9 dos 11 respondentes) e, portanto, fez a disciplina Cinética de Processos Bioquímicos sem o apoio computacional. Esse fato, aliado ao conhecimento da necessidade de mudança no

processo de ensino-aprendizagem de disciplinas da graduação, pode ter contribuído para a satisfação desses usuários.

A porcentagem de notas 3 (12,41%) atribuída pelos alunos de TAL 416 pode ser justificada pela aversão inicial ao novo processo de ensino-aprendizagem, pelo receio da sobrecarga de tarefas na disciplina, causada pela utilização dos recursos do ambiente educativo, e pelo estresse resultante do uso mais intensivo do PVANet quando comparado aos outros grupos de avaliadores. Um reflexo disso é o fato de os alunos terem vinculado o projeto para ser realizado em grupo, incluído no sistema de avaliação de TAL 416, ao PVANet e não à disciplina. Assim, o ambiente computacional foi considerado pelos alunos, erroneamente, como mais uma exigência da disciplina.

Dessa forma, será necessária uma avaliação mais criteriosa junto aos alunos de TAL 416, por meio de entrevistas, de um questionário com algumas das questões mais detalhadas e da comparação entre os rendimentos acadêmicos dos alunos que utilizam o PVANet e dos alunos de períodos anteriores, a fim de estudar o efeito desse novo processo pedagógico na satisfação e na aprendizagem dos alunos.

O total de notas 0 para todos os grupos de avaliadores (3,58%) foi resultado, principalmente, da impossibilidade de acesso a algumas ferramentas do PVANet durante a avaliação, devido a reparos no *software* pela equipe de programação da CPD. A porcentagem de notas 0 foi maior para alunos da disciplina (6,16%), provavelmente devido à maior frequência de utilização do PVANet, coincidindo com os períodos de alterações do *software* e seus recursos.

A seguir são apresentados e analisados os resultados dessa avaliação referentes às questões do questionário consideradas mais relevantes para o processo de validação do PVANet e aquelas cujos totais de notas merecem maior discussão.

4.3.1 Interação aluno-*software*-professor e apresentação do conteúdo

Em relação à facilidade de utilização do PVANet (Fig. 38), verifica-se que a nota 5 foi predominante para o grupo de alunos da pós-graduação (90,91%) e a nota 4 prevaleceu na avaliação do grupo de professores (56,25%). O grupo que demonstrou maior dificuldade para utilizar o ambiente educativo foi o de alunos de TAL 416, sendo o único a atribuir nota 3 a esse critério (17,65%). Essa dificuldade pode estar relacionada à falta de domínio na utilização do computador e seus recursos e à não

disponibilização de um guia de orientação ao usuário, na forma de mapa do *site*, texto ou vídeo demonstrativo do funcionamento do PVANet, bem como à ausência de botões de navegação e do menu principal em algumas telas.

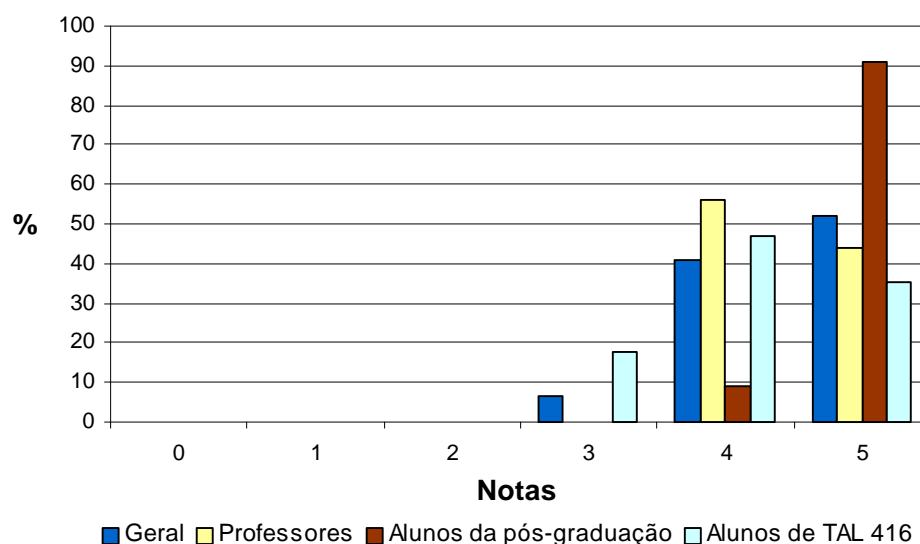


Figura 38 – Avaliação da facilidade de utilização do PVANet.

As porcentagens totais das notas para eficiência dos ambientes de apresentação de informações e conteúdos (“Conteúdo”, “Biblioteca”, “P&R”, “Notícias” e “Agenda”) e de comunicação (“Fórum”, “Chat” e “Lista de e-mails”) estão representadas nas Figs. 39 a 46.

A nota 5 corresponde à maioria das respostas do grupo de professores (50,0%), de alunos da pós-graduação (81,82%) e de alunos de TAL 416 (41,18%) para a eficiência do “Conteúdo” (Fig. 39). Esse ambiente, portanto, foi aprovado pelos avaliadores.

O elevado índice de satisfação do grupo de alunos da pós-graduação pode estar relacionado à ausência de material didático da disciplina (apostila) disponível aos alunos nos períodos anteriores. A produção e a disponibilização de conteúdos informatizados, oferecendo aos alunos as opções de ler na tela, salvar e imprimir, podem favorecer o processo de ensino-aprendizagem e estimular a autonomia do estudante.

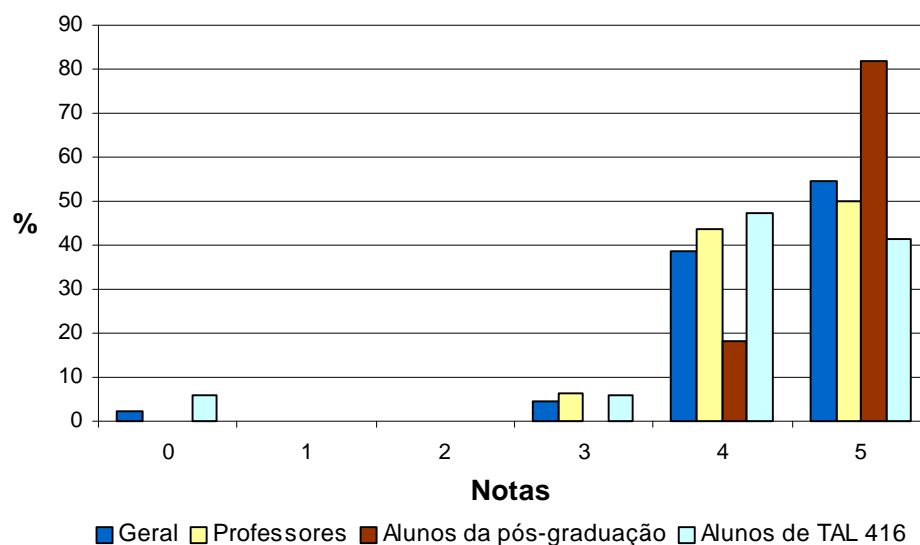


Figura 39 – Avaliação da eficiência do “Conteúdo” em relação aos seus objetivos pedagógicos.

Devido a problemas técnicos no *software* e a períodos de alterações em suas ferramentas e conteúdos, os alunos de TAL 416 não puderam acessar algumas páginas do PVANet, o que pode justificar a porcentagem de notas 0 para a eficiência dos ambientes “Conteúdo” (5,88%), “Biblioteca” (17,65%), “P&R” (17,65%), “Chat” (17,65%), “Lista de e-mails” (17,65%) e “Agenda” (5,88%), como representado nas Figs. 39 a 42, 44 e 46, respectivamente.

O item “Biblioteca” foi considerado muito satisfatório – nota 5 – para a maioria dos avaliadores dos grupos de alunos da pós-graduação (63,64%) e de professores (50,0%), e satisfatório – nota 4 – para a maioria dos alunos de TAL 416 (58,82%), como mostrado na Fig. 40. Essa ferramenta disponibiliza ao aluno diversas fontes de pesquisa e leituras complementares, o que facilita a realização de tarefas e trabalhos e estimula a busca de informações, além de favorecer a prática da leitura de artigos científicos, importante para o aprendizado e o conhecimento da aplicação dos assuntos abordados na disciplina.

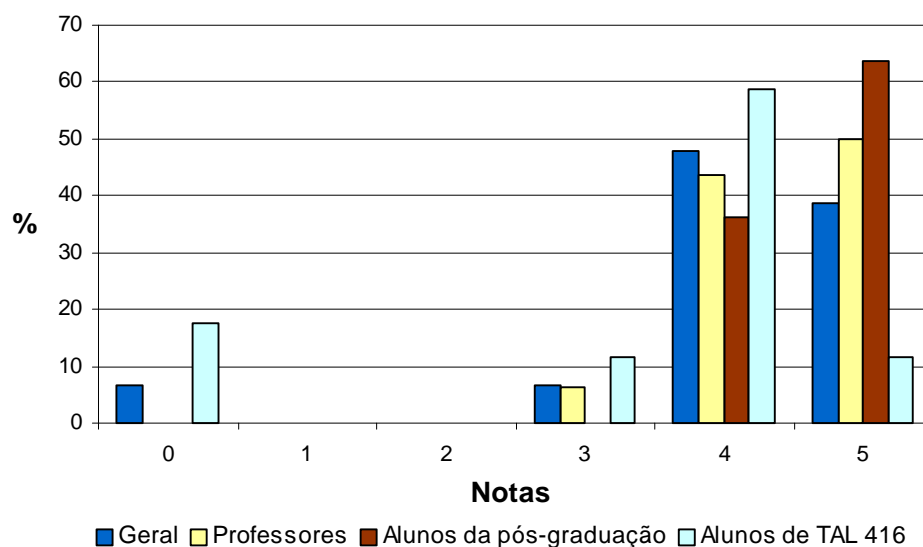


Figura 40 – Avaliação da eficiência da “Biblioteca” em relação aos seus objetivos pedagógicos.

Apesar do ambiente “P&R” ter sido considerado muito satisfatório – nota 5 – pela maioria dos avaliadores (63,64% dos alunos da pós-graduação e 50,0% dos professores), e satisfatório – nota 4 – por 52,94% dos alunos de TAL 416, esse ambiente obteve quantidades significativas de notas 3 (12,5% dos professores, 11,76% dos alunos da disciplina e 9,09% dos alunos da pós-graduação), conforme demonstrado na Fig. 41.

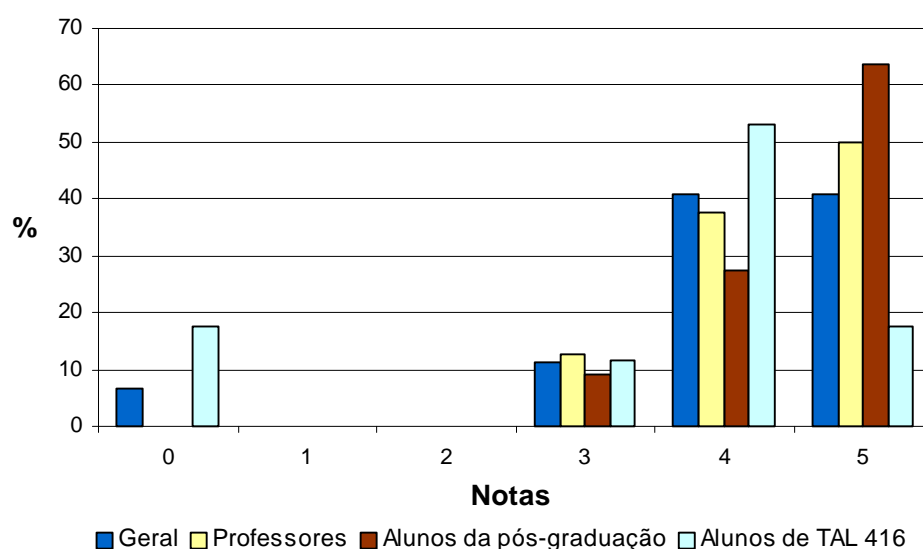


Figura 41 – Avaliação da eficiência do “P&R” em relação aos seus objetivos pedagógicos.

O desenvolvimento do “P&R” está previsto para ocorrer ao longo dos períodos letivos, a partir de tarefas e dúvidas dos estudantes, o que pode ter contribuído para a satisfação parcial dos alunos da disciplina. Espera-se que, com sua utilização mais freqüente, o item “P&R” seja mais solicitado e, portanto, passe a ser apreciado pelos alunos. Porém, esse resultado deve ser considerado em alterações futuras do PVANet, sendo necessário avaliar o “P&R” e repensar seu conteúdo e função pedagógica.

Em relação à eficiência do “Chat”, 50,0% do professores e 35,29% dos alunos de TAL 416 mostraram-se muito satisfeitos (Fig. 42). A nota 4 foi observada na maioria das respostas dos alunos da pós-graduação (45,45%) e em 35,29% das respostas dos alunos da disciplina. Conclui-se, portanto, que se trata de um ambiente considerado compatível com seus propósitos, para todos os grupos de avaliadores.

No entanto, 11,76% dos alunos de TAL 416 atribuíram nota 2 à eficiência do “Chat”. A não utilização efetiva dessa ferramenta para propósitos didáticos durante a disciplina pode ter levado à insatisfação desse grupo. Além disso, o “Chat” apresentou erros com freqüência, necessitando de alterações, como comentado por alguns desses avaliadores.

Por se tratar de um meio de comunicação em tempo real, recomenda-se que a utilização do “Chat” no ambiente educativo seja discutida pelos docentes, a fim de adequar seu uso para fins didáticos e reduzir a demanda de tempo para o professor.

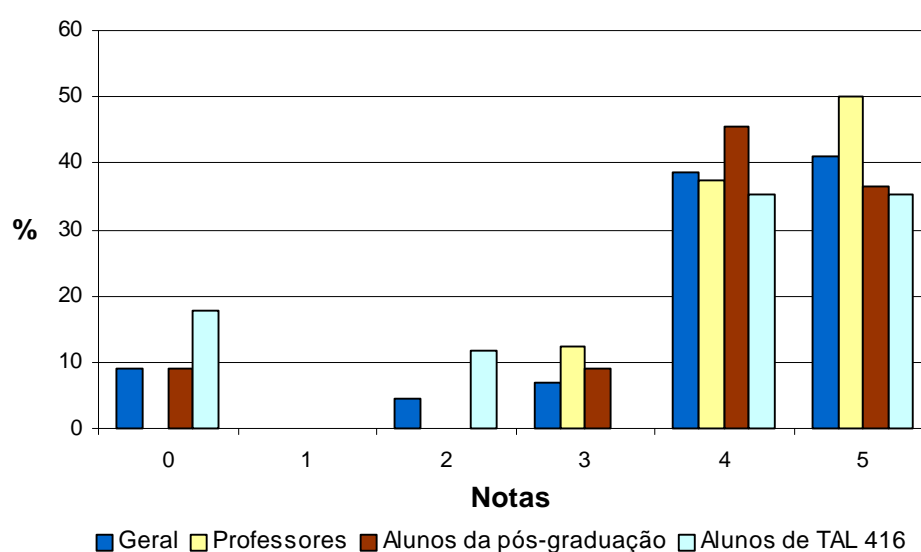


Figura 42 – Avaliação da eficiência do “Chat” em relação aos seus objetivos pedagógicos.

Considerando que 81,82% dos alunos da pós-graduação e 56,25% dos professores mostraram-se muito satisfeitos – nota 5 – com o “Fórum” de discussões do PVANet (Fig. 43), conclui-se que esse meio de comunicação é eficiente e foi o preferido por esses usuários, quando comparado com o “Chat” (Fig. 42) e a “Lista de e-mails” (Fig. 44).

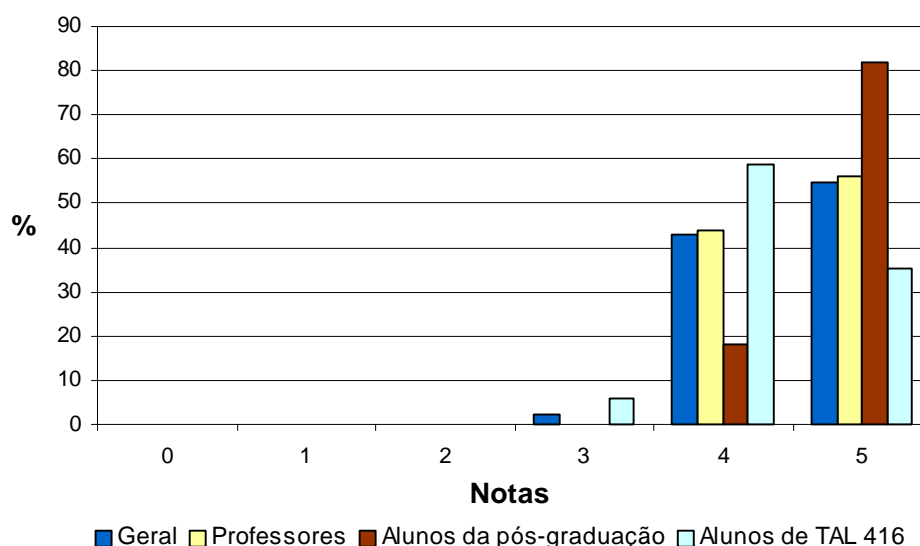


Figura 43 – Avaliação da eficiência do “Fórum” em relação aos seus objetivos pedagógicos.

A maioria do grupo de alunos de TAL 416 (58,82%) atribuiu nota 4 à eficiência do “Fórum”. Ao longo do período letivo foram realizados debates nesse ambiente, disponibilizando aos alunos espaço para críticas sobre o PVANet e o material didático da disciplina e para discussões sobre assuntos abordados em sala de aula.

O professor criou também um tema para debates sobre os projetos desenvolvidos pelos grupos de trabalho. A participação dos alunos foi muito expressiva nas discussões sobre os projetos, nas quais houve contribuição de todos os grupos com mensagens construtivas, expondo suas dúvidas, críticas e sugestões. Foi observado, entretanto, que a participação dos alunos somente ocorreu quando requerida pelo professor, como uma tarefa a ser cumprida em prazos predeterminados. Em temas abertos, nos quais não foi solicitada a participação dos alunos como parte do sistema de avaliação da disciplina, esta foi nula ou mínima.

Em relação à eficiência da “Lista de e-mails” (Fig. 44), a nota 5 foi atribuída pela maioria dos alunos da pós-graduação (72,73%) e dos professores (56,25%). O grupo de alunos de TAL 416 considerou sua eficiência satisfatória (nota 4) em 41,18% das respostas. Apenas 5,88% desse grupo atribuiu nota 3 à eficiência da “Lista de e-mails”, talvez por ter sido utilizada pelo professor da disciplina e pelos alunos com menor frequência do que o “Fórum” e outras ferramentas do PVANet.

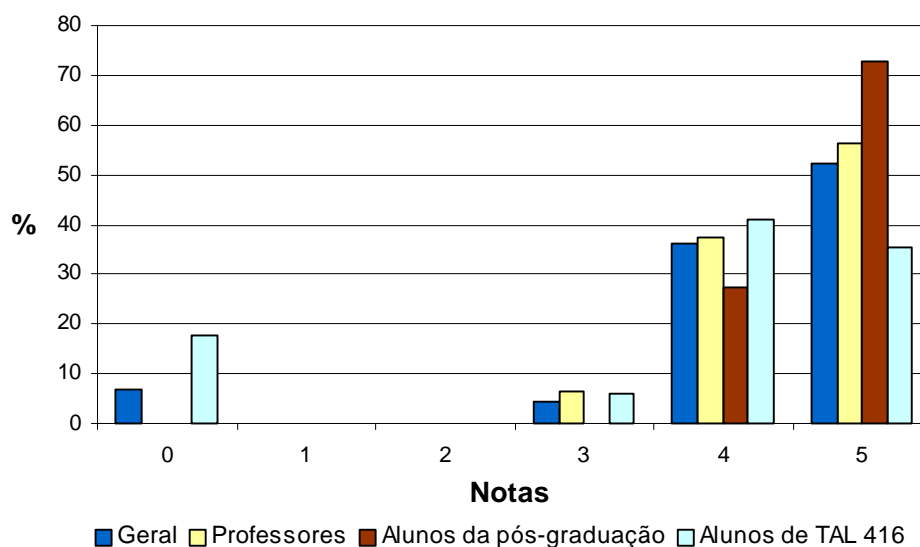


Figura 44 – Avaliação da eficiência da “Lista de e-mails” em relação aos seus objetivos pedagógicos.

Alguns alunos comentaram a necessidade de permitir aos usuários anexar arquivos nas mensagens, sendo esta uma possível causa do menor índice de satisfação dos alunos de TAL 416 entre os grupos de avaliadores. Em diversas ocasiões, quando os alunos precisaram enviar os arquivos dos projetos para o professor, foi necessária a utilização de um outro ambiente de *e-mail*.

Além da possibilidade de anexar documentos nas mensagens da “Lista de e-mails”, outra opção é a criação de um espaço no ambiente educativo para que os usuários possam “guardar” arquivos, sendo o tipo de acesso (livre, para alunos ou para professores) selecionado pelo próprio usuário. No caso de acesso irrestrito, o arquivo poderia ser copiado e cada usuário poderia “montar” seu próprio espaço, com os arquivos de seu interesse.

As ferramentas “Notícias” e “Agenda de atividades” obtiveram nota 5 para, respectivamente, 72,73% e 90,91% do grupo de alunos da pós-graduação e 56,25% e 62,50% do grupo de professores, como representado nas Figs. 45 e 46.

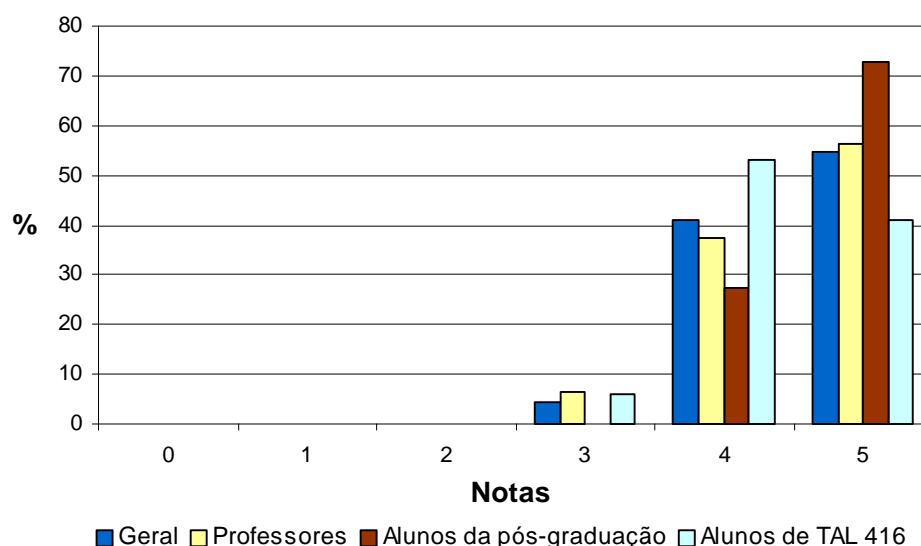


Figura 45 – Avaliação da eficiência de “Notícias” em relação aos seus objetivos pedagógicos.

A maioria dos alunos de TAL 416 atribuiu nota 5 à eficiência da “Agenda” (Fig. 46). O fator estético pode ter influenciado na satisfação dos alunos em relação a essa ferramenta, além de sua funcionalidade. Uma reclamação constante dos estudantes, em períodos anteriores, não só na disciplina TAL 416, como em outras da graduação, era a não disponibilização antecipada de datas de provas e tarefas. Com a “Agenda”, em forma de calendário, os alunos têm acesso a todos os prazos e datas de atividades programadas, como provas e entrega de listas de exercícios, tarefas e etapas do projeto. Dessa forma, eles podem recorrer à “Agenda” sempre que necessário e se organizar para a realização das atividades.

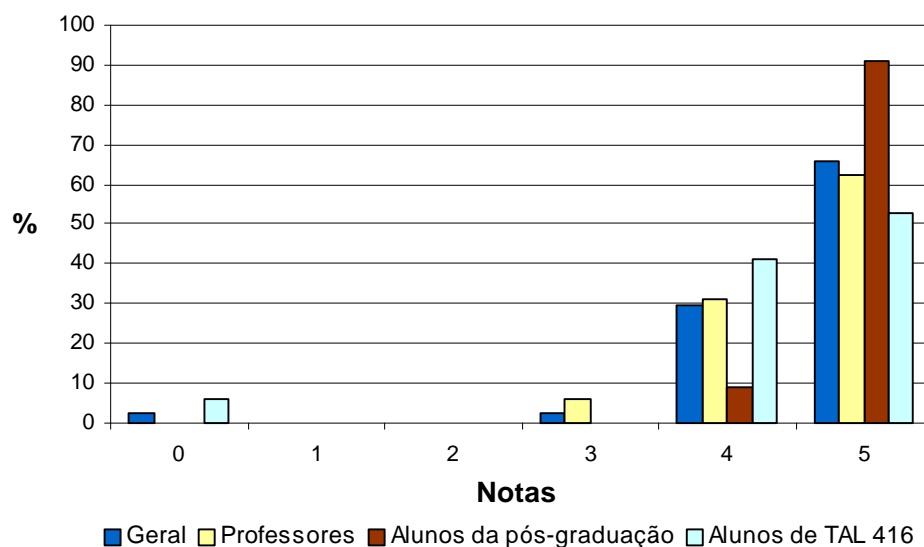


Figura 46 – Avaliação da eficiência da “Agenda de atividades” em relação aos seus objetivos pedagógicos.

O apoio do PVANet e seus recursos à cooperação entre alunos obteve índice de satisfação elevado para todos os grupos, em especial para alunos da pós-graduação, cuja maioria (63,64%) atribuiu nota 5 a esse critério, como mostrado na Fig. 47.

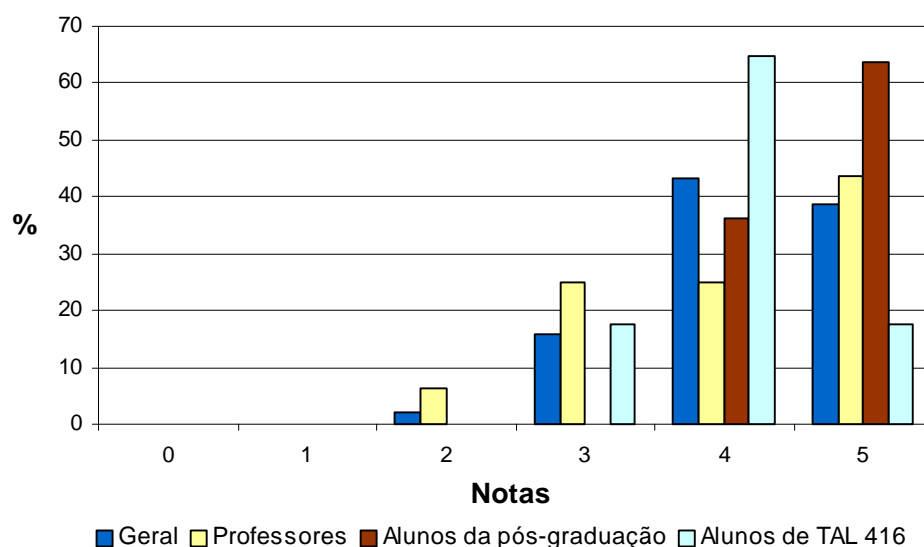


Figura 47 – Avaliação do apoio do PVANet ao trabalho cooperativo entre alunos.

O grupo de professores também considerou muito satisfatório o apoio do PVANet ao trabalho cooperativo, com 43,75% de notas 5. Porém, 25,0% dos professores atribuíram nota 3 a esse critério, o que indica a necessidade de estudar

outras possibilidades de estímulo ao trabalho cooperativo e colaborativo entre alunos via computador, ou de incrementar aquelas já implantadas no ambiente educativo. Grande parte do estímulo ao trabalho cooperativo deverá estar presente na metodologia e na dinâmica da disciplina. Nesse sentido, o PVANet poderá contribuir, facilitando os debates no “Fórum”, “Chat” ou via *e-mail*.

A nota 4 foi predominante para o grupo de alunos de TAL 416 (64,71%). A satisfação desses usuários pode ser justificada pelo projeto desenvolvido em grupo ao longo do período letivo e à participação das equipes de trabalho nas discussões realizadas no “Fórum” do PVANet, sob orientação do professor, sendo incentivados comentários, críticas e sugestões sobre os projetos.

A Fig. 48 mostra a satisfação dos grupos de avaliadores quanto ao grau de interatividade do ambiente educativo. Nota-se que a nota 4 predominou nos grupos de professores (50,0%) e de alunos da pós-graduação (54,55%).

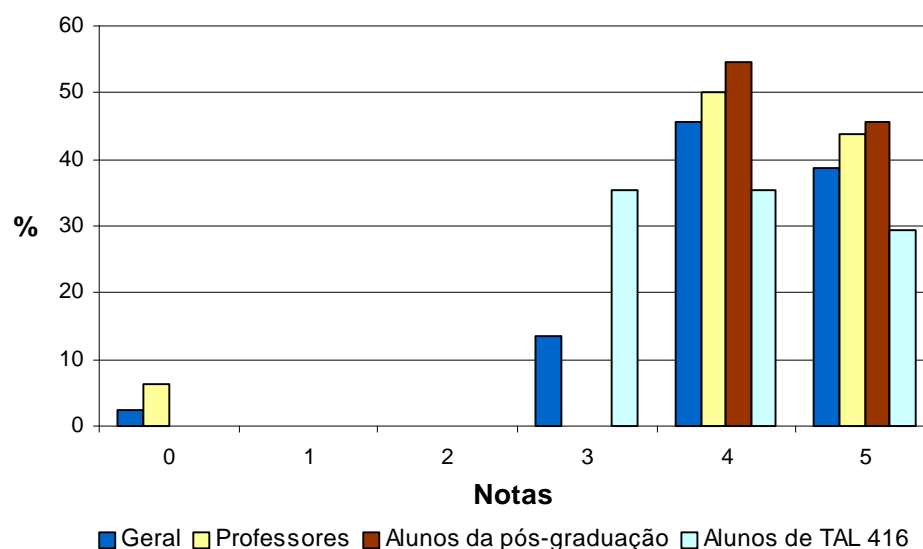


Figura 48 – Avaliação do grau de interatividade do PVANet.

As porcentagens totais de notas 3 e 4 foram iguais (35,29%) para os alunos de TAL 416. Esse foi o único grupo a atribuir nota 3 ao grau de interatividade do PVANet, provavelmente porque esses alunos, que utilizaram o ambiente educativo na disciplina, consideram que deve existir maior frequência de comunicação entre alunos e entre alunos e professor e também maior interação entre usuários e o conteúdo da disciplina no PVANet. Algumas possibilidades para aumentar a interatividade com o *software* são

a inclusão de mais atividades de simulação de modelos, além daquelas já existentes nos “Módulos” do “Conteúdo”, e de testes de múltipla escolha para auto-avaliação.

Para a capacidade do PVANet de despertar o interesse do estudante, os grupos de professores e de alunos de TAL 416 atribuíram, para a maioria das respostas, a nota 4 (43,75% e 53,94%, respectivamente), demonstrando satisfação em relação à atratividade do ambiente educativo, conforme representado na Fig. 49.

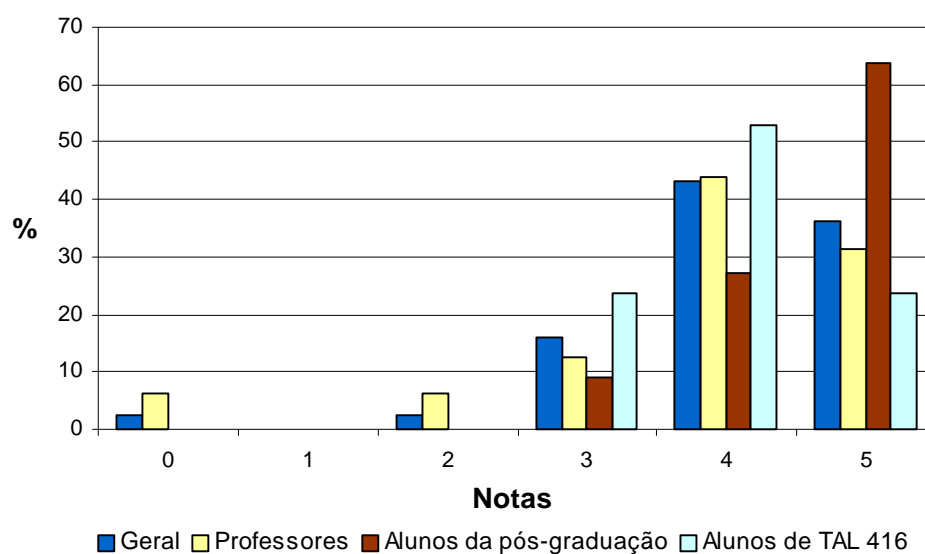


Figura 49 – Avaliação da atratividade do PVANet.

Os alunos da pós-graduação consideraram o PVANet muito atrativo, sendo a nota 5 predominante nesse grupo (63,64%). Novamente, a justificativa para essa satisfação pode estar relacionada à experiência anterior da maioria desse grupo na realização da disciplina pelo método tradicional, sem o apoio tecnológico.

Tanto a nota 3 quanto a nota 5 foram observadas em 23,53% das respostas dos alunos da disciplina sobre a atratividade do PVANet, o que demonstra a heterogeneidade de opiniões em relação ao processo de ensino-aprendizagem mediado por computador e, ou, ao próprio ambiente educativo e seus recursos. Torna-se necessário, portanto, estudar essas opiniões para alterações futuras no processo pedagógico e na forma de disponibilização de recursos e conteúdos no PVANet.

Em relação à possibilidade de participação do professor da disciplina como orientador didático-pedagógico no PVANet foi atribuída nota 4 pela maioria dos

avaliadores, exceto para o grupo de professores, para o qual a nota 5 foi predominante (43,75%), como representado na Fig. 50.

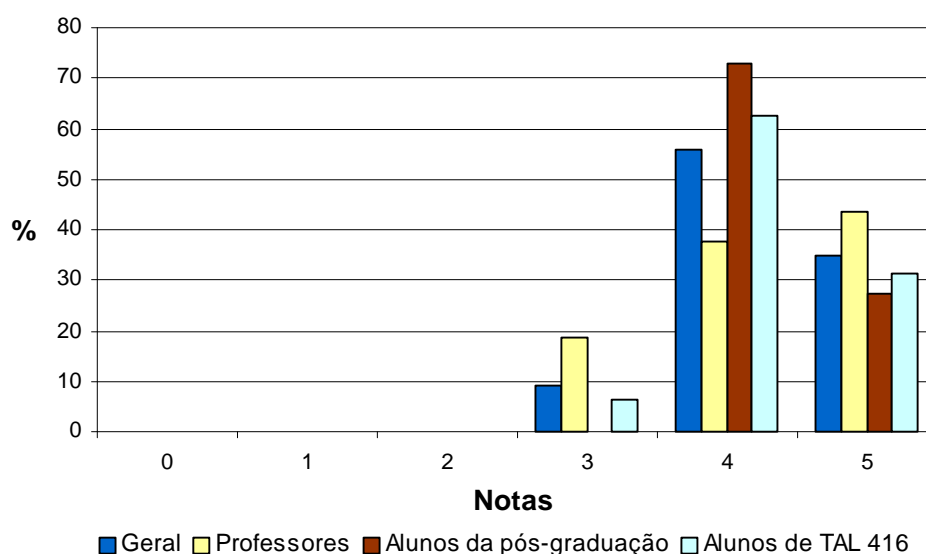


Figura 50 – Avaliação da possibilidade de participação do professor como orientador didático-pedagógico no processo de ensino-aprendizagem mediado pelo PVANet.

A satisfação dos avaliadores pode ser resultante do incentivo do professor à participação dos alunos no “Fórum”, por meio da criação de temas para discussão. Além disso, o professor responde *e-mails*, disponibiliza materiais de interesse dos alunos no “Mural”, na “Biblioteca” e no “Conteúdo”, inclui avisos periodicamente em “Notícias” e disponibiliza atividades na “Agenda”. Em todas essas formas de comunicação e apresentação de conteúdos existe a possibilidade do professor orientar o aluno em seu estudo, tirar dúvidas e trocar informações.

Apesar da nota 5 ter sido dominante nas respostas do grupo de professores (43,75%) para a participação do docente como orientador didático-pedagógico via PVANet, houve uma porcentagem significativa de notas 3 (18,75%) nesse grupo, o que pode ser resultante da não utilização freqüente do PVANet por esses avaliadores. No entanto, também utilizando o ambiente educativo somente para sua avaliação, o grupo de alunos da pós-graduação demonstrou satisfação em relação a esse critério, com 72,73% de notas 4 e 27,27% de notas 5.

Os alunos de TAL 416 também se mostraram satisfeitos com a participação do professor, com 62,50% de notas 4, o que pode ser resultado, principalmente, da utilização mais freqüente do PVANet, quando comparado ao grupo de professores.

Como ferramenta do processo didático-pedagógico, o PVANet foi considerado adequado pela maioria dos avaliadores (Fig. 51). O domínio de notas 5 para os grupos de alunos da pós-graduação (63,64%) e de professores (50,0%) demonstra o elevado nível de satisfação desses usuários.

A nota 4 prevaleceu nas respostas do grupo de alunos de TAL 416 (50,0%). Entretanto, para esse grupo, a porcentagem de notas 3 foi elevada (37,5%), o que pode ter sido causado, novamente, pela insatisfação desse grupo em relação à possível sobrecarga de tarefas com a utilização do PVANet e ao estresse gerado pelo seu uso freqüente durante esse período letivo – 2003/II, haja vista que os alunos estão adaptados ao método de ensino-aprendizagem sem mediação tecnológica. Além disso, o *software* precisa de correções no design e na ortografia de alguns textos, o que também pode ter influenciado os alunos da disciplina em seu julgamento.

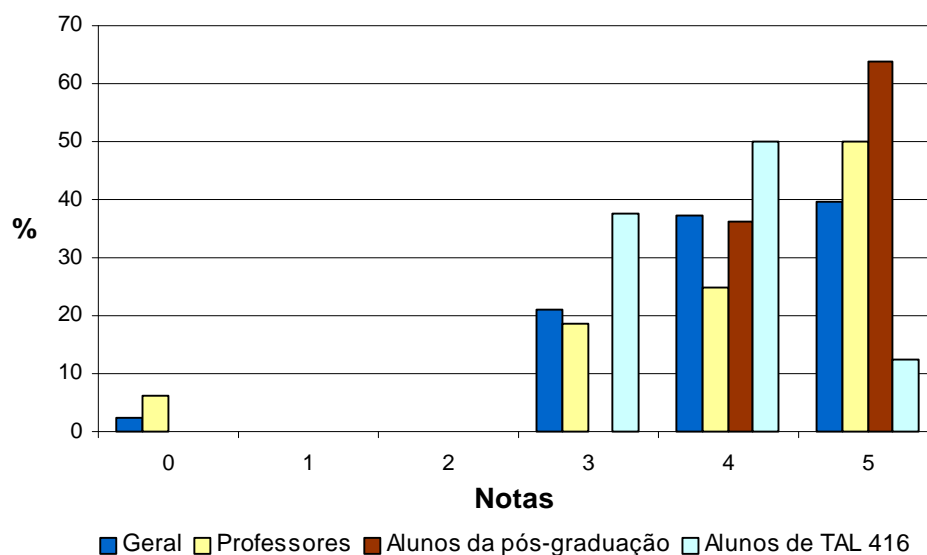


Figura 51 – Avaliação da adequação do PVANet como ferramenta do processo didático-pedagógico.

4.3.2 Gerenciamento

Para análise das respostas em relação ao “Gerenciamento” do PVANet, foi quantificado o total de cada nota nas questões 55 a 61 do questionário, para todos os

grupos combinados – Geral – e para cada grupo separadamente. A partir desses dados, construiu-se o gráfico mostrado na Fig. 52.

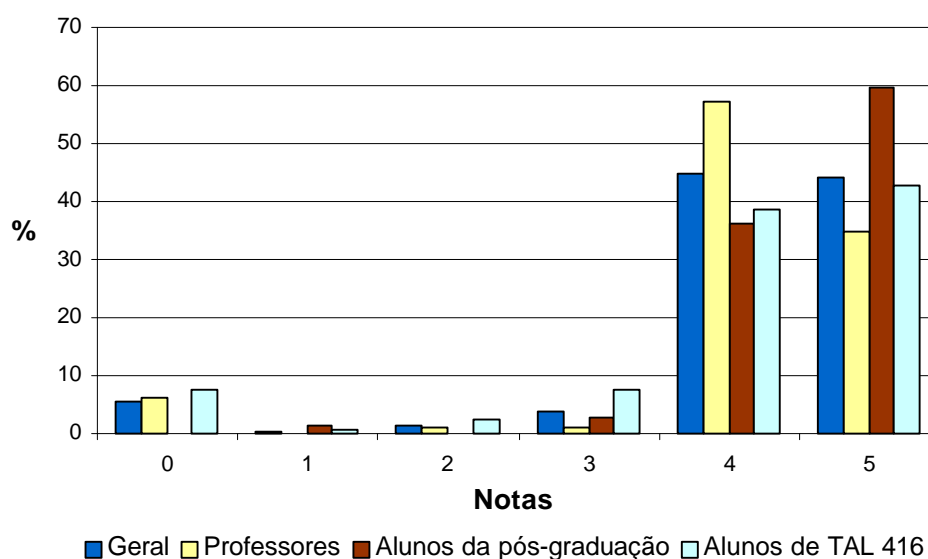


Figura 52 – Porcentagem total de notas para todos os avaliadores (Geral) e para cada grupo separadamente, atribuídas às questões 55 a 61 do questionário, referentes aos recursos de “Gerenciamento” do PVANet.

A forma e os recursos para gerenciar o ambiente educativo foram considerados muito satisfatórios para os grupos de alunos da pós-graduação e de alunos de TAL 416, sendo a nota 5 predominante nas respostas (59,74% e 42,86%, respectivamente).

A maioria dos professores (57,14%) atribuiu nota 4 aos recursos do “Gerenciamento” abordados no questionário, talvez devido à necessidade de uma forma mais rápida e prática para gerenciar o PVANet, suas ferramentas e conteúdos, sem a necessidade de acessar outro *site*, e também devido à ausência de barras de identificação de qual item está sendo modificado e de botões de navegação nas páginas do “Gerenciamento”.

A maior independência do professor para administrar todos os recursos do PVANet é fundamental, como comprovado pelas sugestões de alguns avaliadores de permitir, no “Gerenciamento”, a atualização e a inclusão de materiais didáticos no “Conteúdo”, ao longo do período letivo, sem depender de conhecimentos de informática, e também a possibilidade de gerenciar outros recursos, como “Informações Gerais” da disciplina, referências na “Biblioteca” etc. O seguinte comentário de um

avaliador comprova essa demanda por um gerenciamento mais independente: “(...) toda informação contida no *site* deve ser facilmente disponível para o responsável pela disciplina, de forma que ele possa alterar, incluir ou excluir tudo aquilo que achar pertinente”.

Uma alternativa é a inclusão das opções de “Gerenciamento” na mesma interface do usuário, facilitando a atividade de inclusão e exclusão de informações, atividades e conteúdos e tornando imediata a visualização das modificações feitas. As telas do PVANet seriam, portanto, diferentes para alunos e professores. O acesso ao “Gerenciamento” também poderia ser feito na tela de disciplinas disponíveis no PVANet, por meio da opção da interface que o usuário quer acessar – do aluno ou do professor (contendo o “Gerenciamento”).

As notas 0 atribuídas por professores (6,25%) e alunos de TAL 416 (7,56%) podem ser resultantes da impossibilidade temporária de acesso ao “Gerenciamento” de alguns recursos do PVANet, devido à manutenção e à ocorrência de problemas técnicos no *software*.

Sobre a importância do registro da hora de entrada e de saída do usuário na disciplina, no PVANet, as opiniões dos avaliadores foram diversas, como mostrado na Fig. 53. Nessa questão foi solicitado ao avaliador quantificar, de 0 a 5, o grau de importância desse registro.

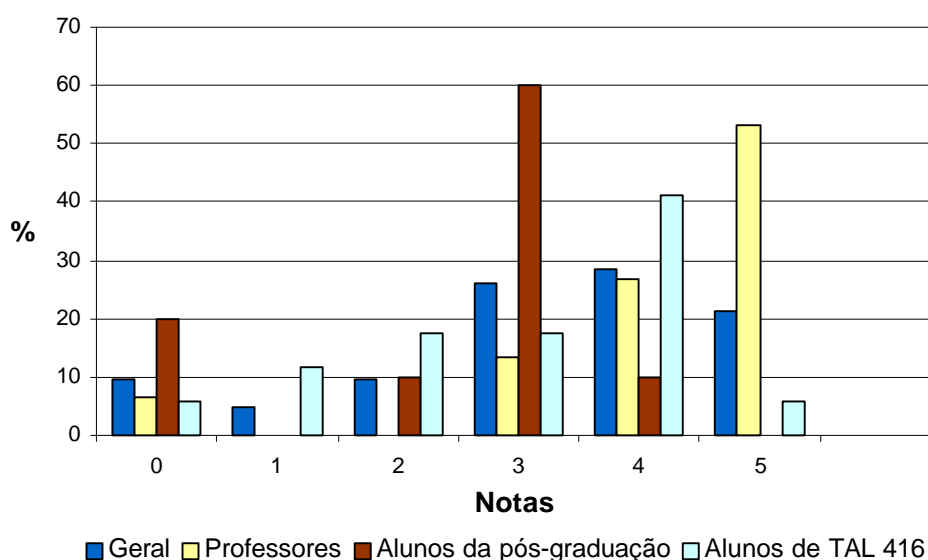


Figura 53 – Avaliação da importância do registro de entrada e de saída do usuário na disciplina.

Nota-se que a maioria dos professores (53,33%) se mostrou muito favorável ao registro de entrada e de saída do aluno na disciplina, atribuindo nota 5 a esse critério, enquanto 60,0% dos alunos da pós-graduação atribuíram nota 3, indicando restrições a esse procedimento. A possibilidade de se ter estatísticas sobre o acesso de cada aluno, como tempo de navegação no PVANet e dias e horários de acesso mais freqüente, pode ser uma das vantagens considerada pelo grupo de professores, como demonstrado pelo seguinte comentário: “Para ser efetivo (o ambiente educativo), tem que ser possível extrair relatórios estatísticos”.

A nota 4 foi conferida à importância do registro por 41,18% dos alunos de TAL 416. No entanto, esse grupo mostrou-se bastante heterogêneo, com porcentagens significativas de notas 0 (5,88%), 1 (11,76%), 2 (17,65%), 3 (17,65%) e 5 (5,88%). Os alunos que mais apreciaram o processo de ensino-aprendizagem mediado pelo PVANet e, ou, que mais acessaram o ambiente educativo, podem ter sido favoráveis ao registro de entrada e saída de usuários, mas aqueles que apresentam dificuldade em usar computador e, ou, que não gostam dessa atividade, podem ter atribuído notas inferiores.

Os avaliadores também foram questionados sobre a categoria de usuários cujo acesso ao PVANet seria permitida, considerando-o um ambiente de mediação pedagógica para as disciplinas de graduação da UFV. As porcentagens de respostas em todos os grupos (Geral) e para cada grupo de avaliadores são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultado da questão 63 do questionário, referente à categoria de usuários permitida para acesso às disciplinas de graduação da UFV no PVANet

| Grupo | Total de respostas para o tipo de acesso permitido (%) | | |
|-------------------------|--|------------------------|-------|
| | Apenas alunos da disciplina | Todos os alunos da UFV | Livre |
| Geral | 27,27 | 38,64 | 34,09 |
| Professores | 56,25 | 12,50 | 31,25 |
| Alunos da pós-graduação | 27,27 | 45,45 | 27,27 |
| Alunos de TAL 416 | 0,00 | 58,82 | 41,18 |

Verifica-se que o acesso limitado aos estudantes matriculados na disciplina foi indicado pela maioria do grupo de professores (56,25%), o que pode estar associado à preocupação com a propriedade intelectual de todo o material didático incluído na *web*. Esse é um tema que deve ser estudado em avaliações e trabalhos futuros, por ser muito

discutido entre os docentes, principalmente com a utilização crescente da Internet para propósitos pedagógicos.

Um dos avaliadores que optou pelo acesso permitido somente aos alunos da disciplina sugeriu que o acesso fosse liberado, quando solicitado, para estudantes cursando disciplinas pré-requisitos da disciplina disponibilizada no PVANet. Outros avaliadores recomendaram que o “Fórum” possa ser utilizado por todos os alunos da UFV, estimulando assim a interdisciplinaridade e facilitando o processo de aprendizado, uma vez que os alunos poderiam esclarecer suas dúvidas sobre diversos assuntos.

Outra sugestão é a de que apenas o conteúdo didático (apostilas, “Módulos” e referências bibliográficas) seja disponibilizado a estudantes que não fossem da disciplina.

O acesso permitido a todos os alunos da UFV, independente de seus cursos, foi a opção selecionada por 58,82% dos alunos de TAL 416 e por 45,45% dos alunos da pós-graduação.

Um avaliador ressaltou a importância do acesso às disciplinas no PVANet por todos os estudantes da UFV da seguinte forma: “Considerando a transversalidade do ensino, a participação de outros alunos, de outros cursos, poderá enriquecer ainda mais o conteúdo da disciplina, por meio de pontos de vista diferentes de um assunto em comum”.

Dois avaliadores que também recomendaram o acesso permitido a todos os alunos matriculados na UFV sugeriram a inclusão de espaços diferenciados no PVANet para a participação de alunos da disciplina e de outros alunos da UFV, e um espaço para a participação de outros professores, a fim de ampliar a interdisciplinaridade.

O acesso livre foi recomendado por 31,25% dos professores. Um desses avaliadores justificou sua opção da seguinte forma: “Muitos alunos, quando estão fazendo uma disciplina, principalmente as de ciclo básico, não têm idéia da sua real importância para sua formação. A disciplina é feita sem dar a devida atenção ou prioridade. (...) Entretanto, quando o aluno define sua área de atuação (...) ele percebe que seria importante rever alguns conceitos e passa a olhar aquela disciplina cursada com outra ótica. Assim, seria importante que estes indivíduos (ex-alunos e outros fora ou dentro da UFV) tenham acesso ao sistema”.

Outro avaliador comentou que o acesso livre ao PVANet oferece a “(...) possibilidade para que o ex-aluno esteja sempre renovando seus conhecimentos à distância, e de outras pessoas terem acesso ao conhecimento difundido pela UFV. (...) A criação de ambientes como esse é o primeiro passo para a integração das universidades, permitindo que as discussões se estendam entre alunos e professores de todo o país”.

Todas essas sugestões devem ser mais bem estudadas e discutidas, considerando a possibilidade de se elevar demasiadamente o tempo do professor dedicado ao PVANet e ao atendimento não presencial aos alunos, bem como de sobrecarregar o sistema e dificultar seu acesso, devido ao número elevado de usuários, principalmente com a introdução de outras disciplinas da UFV no PVANet.

4.3.3 Questões complementares

A Tabela 2 apresenta o percentual de votos para os grupos de avaliadores em cada item da questão 68 do questionário, referente aos prováveis benefícios resultantes da utilização do PVANet, suas ferramentas e conteúdo, como ambiente mediador de uma disciplina presencial.

Tabela 2 – Total de opiniões em cada grupo de avaliadores sobre os benefícios resultantes da utilização do PVANet como apoio a uma disciplina presencial

| Opções | Total de votos por grupo (%) | | |
|---|------------------------------|-------------------------|-------------------|
| | Professores | Alunos da pós-graduação | Alunos de TAL 416 |
| Possibilidade de estudo autônomo | 75,0 | 61,5 | 70,6 |
| Possibilidade de administrar o tempo de estudo | 62,5 | 53,8 | 35,3 |
| Realização de atividades cooperativas e colaborativas | 81,2 | 76,9 | 52,9 |
| Interação com professor/ monitor e outros alunos | 81,2 | 76,9 | 76,5 |
| Maior estímulo ao estudo | 50,0 | 61,5 | 29,4 |

Verifica-se que todas as opções foram consideradas como benefícios do processo de ensino-aprendizagem mediado pelo PVANet, mas a interação com

professor/ monitor e com outros alunos foi a mais citada: 81,2% do grupo de professores, 76,9% dos alunos da pós-graduação e 76,5% dos alunos de TAL 416.

Com a utilização dos meios de comunicação disponibilizados no PVANet, os alunos da disciplina puderam interagir com o professor, para esclarecer dúvidas de exercícios, enviar tarefas etc. e com outros alunos, nas discussões do “Fórum” sobre os projetos e outros assuntos abordados na disciplina. Para os alunos, que antes apenas se comunicavam com o professor em encontros presenciais, na sala de aula ou em seu gabinete, a comunicação on-line síncrona (no “Chat”) e assíncrona (por *e-mail* ou no “Fórum”) é uma possibilidade de estar em contato freqüente com o professor, com seu grupo de trabalho ou estudo e com outros grupos, o que favorece o aprendizado cooperativo e incentiva a troca de idéias e, conseqüentemente, contribui para o desenvolvimento da habilidade de pensar criticamente. Além disso, a possibilidade de comunicar-se à distância está entre as vantagens da interação virtual.

Do ponto de vista do professor, a interação via computador pode facilitar o contato com o estudante e, assim, tornar mais prático e rápido o recebimento de exercícios e tarefas e o esclarecimento de dúvidas, uma vez que, em um ambiente virtual, muitos alunos podem expor dúvidas, sugestões e até mesmo críticas mais freqüentemente do que na sala de aula.

Outro benefício do PVANet citado por 81,2% dos 16 professores respondentes foi a realização de atividades cooperativas e colaborativas. A possibilidade de empregar a metodologia de ensino-aprendizagem baseada na cooperação e na colaboração, por computador, seja por exercícios, projetos ou pesquisas em grupo, é uma vantagem para professores, os quais podem incentivar a participação dos alunos nas atividades e a interação entre grupos de trabalho.

A possibilidade de estudo autônomo também foi considerada como benefício por muitos professores (75,0%) e alunos de TAL 416 (70,6%). A independência do estudante, desenvolvida por meio da busca por informações e da decisão do lugar, da seqüência e da forma de estudo, resulta na construção do conhecimento, sob orientação do professor. Essa independência pode ser incentivada, por exemplo, pela disponibilização de conteúdos pedagógicos e atividades interativas no ambiente educativo, incluindo comunicação mediada por computador.

Outros avaliadores citaram como benefícios do processo de ensino-aprendizagem mediado por computador a “flexibilização quanto aos horários e ritmo de estudo, de acordo com a disponibilidade de tempo e interesse” e “a possibilidade de acesso ao material de aulas perdidas”. Esses são alguns dos princípios do ensino fundamentado na aprendizagem individualizada, segundo VIEIRA (2001), e está presente na metodologia das atividades não presenciais, citada por LEITE, VIEIRA e SAMPAIO (1998). A partir de questionários aplicados a docentes de uma universidade, BAILLIE e PERCOCO (2000) concluem que os professores que usaram computador em suas disciplinas consideraram esse tipo de ensino-aprendizagem efetivo por permitir aos alunos aprender em seu próprio ritmo.

A possibilidade de aprofundar o conteúdo pela troca de informações e de o aluno estar em sintonia com ensino e pesquisa simultaneamente foram outros benefícios citados.

Em relação aos possíveis obstáculos na utilização do PVANet pelos alunos de uma disciplina presencial (questão 69 do questionário), a opção mais votada por professores (50,0%) e por alunos da pós-graduação (69,2%) foi a não participação nas atividades interativas, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Total de opiniões em cada grupo de avaliadores sobre os possíveis obstáculos na utilização do PVANet pelos alunos

| Opções | Total de votos por grupo (%) | | |
|--|------------------------------|-------------------------|-------------------|
| | Professores | Alunos da pós-graduação | Alunos de TAL 416 |
| Falta de domínio no uso do computador e seus recursos | 31,2 | 15,4 | 58,8 |
| Não entendimento dos conteúdos, exercícios e trabalhos | 6,2 | 7,7 | 47,1 |
| Não participação nas atividades interativas | 50,0 | 69,2 | 29,4 |
| Não participação nas atividades cooperativas (trabalho em grupo) | 37,5 | 53,8 | 11,8 |
| Problemas técnicos | 31,2 | 38,5 | 64,7 |

Os alunos podem não participar de uma atividade interativa se não forem incentivados a isso. Uma alternativa para estimular a participação de todos os alunos de

uma disciplina é incluir temas interessantes e atuais nas discussões do “Fórum” e requerer tarefas que necessitem da interação com outros alunos e, ou, com o professor, por meio dos ambientes de comunicação providos. Na disciplina TAL 416, durante o primeiro período letivo de 2003, os alunos participaram com pouca frequência nas discussões iniciais do “Fórum”, mas a participação aumentou nos debates sobre os projetos que estavam sendo desenvolvidos. SUAREZ e DESAULNIERS (2001) também observaram essa resistência inicial dos alunos em participarem ativamente de atividades interativas.

Nesse sentido, um avaliador comentou no questionário que “o estímulo à participação do aluno é essencial, inclusive com o desenvolvimento de atividades única e exclusivamente via PVANet, pois o principal problema do ensino autônomo (ou à distância) é a falta de interesse dos participantes (...)”.

Dos 17 alunos de TAL 416, 64,7% consideraram a ocorrência de problemas técnicos como principal obstáculo. A não possibilidade de acesso a algumas páginas do PVANet durante sua utilização na disciplina, resultante de alterações e correções no *software* pela equipe de programação da CPD, pode ter influenciado esta escolha.

A falta de domínio no uso de computadores e seus recursos também foi considerada como obstáculo na utilização do ambiente educativo por 58,8% dos alunos de TAL 416. Inicialmente, os alunos podem apresentar dificuldades para acessar e trabalhar com recursos computacionais, mas o uso mais constante e as modificações futuras no *software* para tornar sua exploração mais fácil, como a inclusão de botões de navegação e de barras de identificação da página em que o usuário se encontra, podem reduzir essas dificuldades.

Outro obstáculo apontado por alguns avaliadores, não citado na questão 69 do questionário, foi a dificuldade de acesso ao computador, haja vista que muitos alunos não possuem computador próprio e utilizam os existentes no campus. O seguinte comentário de um avaliador comprova essa preocupação: “Falta de tempo (grande número de disciplinas com atividades presenciais e extra-classe por semestre) e de equipamentos poderá limitar o uso de todos os ambientes pelos alunos”.

Na UFV, diversos computadores estão disponíveis para estudantes, em laboratórios de computação e na Biblioteca Central, mas o número é ainda insuficiente para atender a demanda cada vez maior. O problema pode se agravar para disciplinas

com elevado número de alunos. Investimentos nessa área tornam-se necessários, portanto, para que mais alunos tenham acesso aos computadores e, por conseguinte, ao PVANet. Nesse sentido, um avaliador comentou que “investimentos deveriam ser realizados para que todos os alunos pudessem ter acesso facilitado a esse tipo de recurso”.

A utilização do ambiente educativo de maneira intensiva pelos docentes da UFV também foi uma apontada como dificuldade por alguns avaliadores. Para estimular o emprego do PVANet e suas ferramentas em disciplinas da graduação será necessário realizar sessões de apresentação do ambiente para professores da universidade, bem como ciclos de seminários ou palestras sobre introdução de tecnologia no ensino, processo de ensino-aprendizagem mediado por computador e outros temas afins. Além disso, são fundamentais cursos para treinamento de professores na utilização do computador e dos recursos do PVANet, principalmente seu gerenciamento e meios de comunicação.

Em relação à introdução do PVANet na UFV, um avaliador sugere que em uma primeira etapa o programa seja difundido de forma seletiva. À medida que a eficácia for comprovada, outras disciplinas poderão ser incorporadas.

O “Fórum” foi o meio de interação favorito para a maioria dos avaliadores, como apresentado na Tabela 4, referente à questão 70 do questionário.

Tabela 4 – Total de opiniões em cada grupo de avaliadores sobre o meio de comunicação favorito

| Opções | Total de votos por grupo (%) | | |
|--------|------------------------------|-------------------------|-------------------|
| | Professores | Alunos da pós-graduação | Alunos de TAL 416 |
| Fórum | 75,0 | 76,9 | 94,1 |
| Chat | 18,7 | 38,5 | 17,6 |
| E-mail | 31,2 | 7,7 | 35,3 |

A principal vantagem do “Fórum” é permitir ao usuário visualizar mensagens/discussões feitas por outros usuários, em diferentes horários e datas, o que é confirmado por um avaliador ao justificar sua preferência por esse meio de comunicação: “O fato das discussões ficarem disponíveis a todos os estudantes para consultas posteriores torna este ambiente uma excelente ferramenta de consulta e troca de informações”.

A utilização do “Fórum” pode incentivar o aluno a buscar respostas às suas perguntas e às perguntas levantadas por outros alunos, aumentando, assim, a frequência de participações e a qualidade das discussões e, conseqüentemente, o nível de aprendizado do aluno.

Um avaliador justificou sua preferência pelo “Fórum” afirmando ter dificuldade de se concentrar por muito tempo em salas de bate-papo (*chats*). Nesse caso, as discussões assíncronas são apropriadas, por possibilitarem o acesso a qualquer momento e não exigirem do usuário a sua atenção permanente.

A Tabela 5 apresenta as principais mudanças sugeridas pelos avaliadores para o PVANet e seu conteúdo (questão 71 do questionário).

Tabela 5 – Total de opiniões em cada grupo de avaliadores sobre mudanças sugeridas para o PVANet

| Opções | Total de votos por grupo (%) | | |
|---|------------------------------|-------------------------|-------------------|
| | Professores | Alunos da pós-graduação | Alunos de TAL 416 |
| Alterações no design | 12,5 | 0 | 0 |
| Modificações na forma de apresentação do conteúdo | 25,0 | 15,4 | 0 |
| Modificações nas apresentações dos Módulos | 6,2 | 15,4 | 11,8 |
| Inclusão ou exclusão de recursos/ atividades | 25,0 | 38,5 | 47,1 |

A inclusão ou exclusão de recursos/ atividades foi a opção mais votada em todos os grupos de avaliadores. A necessidade de incluir atividades interativas é constatada no depoimento de um avaliador: “Conceitualmente falta somente (no PVANet) uma abordagem tecnológica com recursos de áudio/ vídeo para incrementar o apelo didático-pedagógico do modelo, uma vez que essas facilidades promovem uma sinergia positiva no aprendizado (...)”. No entanto, acredita-se que esse tipo de alteração no PVANet deve atender às particularidades de cada disciplina.

Ainda em relação à inclusão de recursos no PVANet, os avaliadores sugeriram:

- Animações em alguns tópicos do conteúdo, simulando uma aula.
- Informação de onde o aluno parou na última vez em que acessou o “Conteúdo”.

- Data da última atualização dos conteúdos.
- Painel com opiniões de ex-alunos.
- Painel de atualidades e curiosidades relacionadas ao conteúdo da disciplina ou do curso.
- Recursos visuais (figuras animadas, vídeos), a fim de atrair a atenção do aluno e complementar o aprendizado teórico da sala de aula.
- Arquivo com os principais erros (comentados) cometidos em provas.
- Notas e faltas dos alunos.

O acesso do aluno às suas notas será providenciado pela criação de um *link* no PVANet para acesso ao sistema SAPIENS do Registro Escolar da UFV. Dessa forma, o aluno pode conferir suas notas por meio de senha. Este recurso está previsto para a próxima versão do PVANet.

4.3.4 Outras considerações

Em geral, os avaliadores consideraram adequada a mediação do processo de ensino-aprendizagem por computador, utilizando um ambiente educativo na *web*. Os seguintes depoimentos de avaliadores, relatados em seus questionários, confirmam a aprovação da proposta.

- “Acredito que esta ferramenta pode ser interessante como composição de uma (interdisciplinaridade virtual) e de redes de informação no ensino de graduação, como proposto, especialmente considerando-se a democratização digital e a ampliação da escala social que esta ação educacional pode proporcionar. (...) A idéia permite falar-se em acompanhamento e mediação pedagógica a partir de mecanismos de interatividade (...)”.
- “São iniciativas como essa que promovem mudanças e estabelecem condições favoráveis à criatividade dentro de nossa academia. (...) A matéria EAD, ainda incipiente na UFV, carece de uma ferramenta nativa, concebida com uma orientação aderente à nossa realidade e sobre a qual possamos adaptar novos requisitos a cada tempo”.
- “O PVANet é um recurso inovador no ensino na UFV, que permite a interpluralidade, suportando a pesquisa acadêmica, a comunicação entre outros sistemas (biblioteca, acesso a *sites* importantes) e entre alunos e professor”.

- “(...) Qualquer facilidade para o processo ensino-aprendizagem deve sempre ser perseguida, independente da mídia utilizada”.
- “ (...) O sistema é bastante útil e interessante como ferramenta de apoio ao aprendizado, facilitando e estimulando o acesso à informação”.
- “O sistema foi muito bem planejado e com certeza será muito útil para os alunos reforçarem e complementarem o conteúdo dado em sala”.
- “O material, sob o ponto de vista didático-pedagógico, permite uma grande interação professor-aluno, é apresentado de forma bem estruturada, em um ambiente de trabalho suave, sem cores contrastantes (...). Quanto ao conteúdo, permite o acesso a informações por meio de diferentes tipos de mídias, com um material de excelente qualidade”.
- “Trata-se de um trabalho elogiável e seu uso deve ser estimulado na UFV. Espero que o trabalho venha a ser utilizado por muitos professores e discentes”.
- “Acredito que o trabalho dará bons resultados e espero que seja logo disponibilizado para outras disciplinas na UFV”.
- “(...) Espero, sinceramente, sucesso na implantação (do PVANet) como forma de auxílio para as disciplinas de graduação”.
- “O programa apresenta uma interface muito agradável, é de fácil utilização e gerenciamento, e deve, sem dúvida, ser utilizado como complemento às aulas presenciais, tornando o aprendizado ao menos um pouco mais descontraído. Contudo, a presença de textos longos para serem lidos diante de um monitor tornam algumas vezes a utilização do conteúdo cansativa, mas, no geral, o programa é muito útil, e o ensino caminha cada vez mais para a utilização de todos os recursos multimídia que estiverem à disposição”.

4.3.5 Entrevistas

Foram entrevistados quatro professores de diferentes departamentos da UFV sobre o processo de ensino-aprendizagem mediado por computador, utilizando o PVANet. As entrevistas revelaram que ainda existem restrições em relação a esse método pedagógico, mas todos consideraram interessante e útil a construção do ambiente educativo e se mostraram satisfeitos com os resultados iniciais.

Um dos professores comentou a falta de prática de alguns docentes na utilização do computador e seus recursos, e recomendou a realização de cursos sobre o processo de ensino-aprendizagem mediado por computador, a fim de incentivar os professores a produzirem material pedagógico para inclusão no PVANet e de orientá-los nessa atividade.

Esse mesmo professor ressaltou a importância da distinção entre tutoriais on-line e ambientes educativos de interação, e comentou sobre o mau uso da educação a distância. Ele afirmou que a mediação do processo de ensino-aprendizagem via Internet é o “caminho para o futuro”, desde que seja realmente baseado em atividades de interação e ferramentas de auxílio à aprendizagem.

Outro professor entrevistado demonstrou dúvidas em relação à participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem via computador e sugeriu a inclusão de conteúdos de acordo com a demanda do aluno, ou seja, o aprofundamento dos temas à medida que o aluno for explorando o material disponibilizado. Outra sugestão foi a possibilidade do aluno enviar críticas anônimas para o professor, o que poderia facilitar e incentivar a avaliação do método de ensino e do ambiente educativo pelos alunos.

Diversas alterações no design do PVANet e na forma de apresentação do conteúdo (cores, tipo e tamanho de fonte, disposição de figuras etc.) foram sugeridas por um professor, o qual, mesmo ressaltando a necessidade dessas modificações, considerou o projeto interessante e adequado à sua proposta. Esse professor também comentou a necessidade de facilitar o acesso às diversas páginas do PVANet, o que pode ser providenciado pela inclusão de botões ou barras de navegação e de *links* internos, por exemplo, nos “Módulos” do “Conteúdo” da disciplina, permitindo ao aluno acessar um texto ou ferramenta do ambiente educativo ou voltar a alguma página já visitada.

Todos os professores entrevistados mostraram-se favoráveis à disponibilização de materiais pedagógicos de suas disciplinas no PVANet. Entretanto, alguns deles comentaram a dificuldade de priorizar tempo para produção desse material e consideraram a possibilidade de orientar estudantes da pós-graduação nessa atividade.

5 CONCLUSÕES

Diante do novo contexto da educação e da necessidade de mudanças nos cursos tradicionais de engenharia, este trabalho propôs uma forma integradora de uso do computador no processo de ensino-aprendizagem. A produção do material pedagógico informatizado da disciplina TAL 416 – Cinética de Processos Bioquímicos, em um ambiente didática e cronologicamente organizado na *web*, chamado de PVANet, e os conhecimentos resultantes deste estudo podem contribuir para a análise dos métodos de ensino em engenharia e as possibilidades para sua melhoria.

Realizou-se a avaliação do PVANet como ambiente de mediação pedagógica, tendo como instrumentos questionários e entrevistas. Os grupos de avaliadores, formados por professores da UFV, alunos de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e alunos matriculados em TAL 416 no primeiro período letivo de 2003, demonstraram elevado nível de satisfação em relação aos critérios de qualidade analisados. Em média, para o conjunto dos avaliadores, mais de 80,0% das respostas concentraram-se nos dois maiores escores possíveis: 4 e 5.

Entre os benefícios da utilização do PVANet, os mais citados foram: interação com o professor e com outros alunos, possibilidade de estudo autônomo e realização de atividades cooperativas e colaborativas. Possíveis obstáculos foram relacionados, principalmente, aos problemas técnicos e à falta de domínio no uso do computador e seus recursos. Essas dificuldades podem ser superadas com o aprimoramento do ambiente, o treinamento de alunos e professores e a popularização do PVANet, que deverá ser agilizada a partir de seu emprego em outras disciplinas da UFV.

Em geral, os resultados indicaram disposição e entusiasmo do público-alvo para com a educação mediada por computador. Além das elevadas notas dos questionários, a contribuição dos avaliadores ao processo, contida nas sugestões de modificações em alguns recursos do *software* e no design do ambiente computacional, reforça essa proposição.

Entre as principais alterações sugeridas, podem ser citadas:

- disponibilização de recursos de gerenciamento na própria interface do usuário;
- criação de recursos de gerenciamento que permitam ao professor atualizar, incluir ou excluir informações e conteúdos em qualquer ferramenta do ambiente educativo;
- criação de recurso para controle de acesso às páginas do ambiente educativo, permitindo obter estatísticas de acesso por usuário/ aluno;
- inclusão de mais atividades interativas, como programas de simulação, vídeos de aulas e experimentos e figuras animadas;
- disponibilização de notas dos alunos, por meio de senha;
- inclusão de botões de navegação em diversas páginas do ambiente; e
- possibilidade de anexar arquivos nas mensagens enviadas pela “Lista de e-mails”;

De fato, a possibilidade de executar mudanças em atendimento às necessidades dos usuários é uma característica fundamental do ensino-aprendizagem mediado por computador, o qual constitui-se em um processo flexível, em continuada construção. Essa vantagem tem sido preponderante para que diferentes universidades do mundo optem por desenvolver seus próprios ambientes educativos, em detrimento de produtos comerciais.

Este trabalho demonstra também a viabilidade técnica e financeira de criação de um *software* educativo em uma universidade e a potencialidade de um ambiente computacional, fundamentado em princípios sócio-construtivistas, de mediar o processo de ensino-aprendizagem de uma disciplina.

O emprego do PVANet em disciplinas regulares de graduação e pós-graduação da UFV contribuirá para a melhoria da qualidade do material disponibilizado aos alunos e do processo de ensino-aprendizado, bem como para a aquisição de conhecimentos relacionados à utilização e aplicação de técnicas de educação mediada por computador.

As novas tecnologias devem ser repensadas como elementos catalisadores e facilitadores do desenvolvimento de novas estratégias, práticas e métodos de ensino que favoreçam a construção e a reconstrução de conhecimentos. O computador e seus recursos, como Internet, multimídia, hipermídia, entre outros, devem ser considerados como instrumentos que podem oferecer novas formas de aprendizagem, novas modalidades de interação social e meios alternativos de acesso ao conhecimento.

Espera-se que a experiência de produção e avaliação de um ambiente educativo na *web* leve os professores a uma reflexão sobre a sua prática pedagógica e lhes propicie a visão de que os princípios interacionistas enfatizados neste estudo possam e devam ser também base para o preparo de suas aulas e para o desenvolvimento de outros materiais pedagógicos enriquecedores do processo de ensino-aprendizagem nas escolas.

De acordo com os resultados da avaliação e da sua utilização em Cinética de Processos Bioquímicos, o PVANet poderá ser implementado não apenas como um ambiente de mediação pedagógica para disciplinas presenciais na UFV, como também para apoiar cursos e, ou, disciplinas semi-presenciais e oferecidos totalmente à distância.

6 SUGESTÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem sugerir a continuidade da avaliação do ambiente educativo como recurso mediador do processo de ensino-aprendizagem de disciplinas da UFV, com enfoque no efeito da utilização do ambiente educativo no rendimento acadêmico dos alunos.

Recomenda-se uma avaliação mais criteriosa junto aos alunos que utilizam o PVANet, por meio de entrevistas, de um questionário com algumas das questões mais detalhadas e da comparação entre as notas finais dos alunos na disciplina ministrada com apoio tecnológico e dos alunos de períodos anteriores ao emprego do ambiente educativo.

São também sugeridas avaliações específicas da eficiência pedagógica de cada ferramenta incluída no PVANet – “Agenda de atividades”, “Notícias”, “Conteúdo”, “Biblioteca”, “P&R”, “Mural”, “Fórum”, “Chat” e “Lista de e-mails”.

A forma de apresentação de conteúdos no ambiente educativo também merece um estudo minucioso, para verificar sua adequação pedagógica.

A propriedade intelectual na *web* é um tema importante em trabalhos de educação mediada por computador, por influenciar a adoção deste método de ensino por docentes ou autores de conteúdo. Estudos nessa área são, portanto, recomendados.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTLEITNER, H. Teaching critical thinking online. **Journal of Instructional Psychology**, p. 1-29, June, 2002. Disponível em: <http://www.findarticles.com/cf_0/m0FCG/2_29/88761499/print.jhtml>. Acesso em: 26 nov. 2002.
- BAILLIE, C; FITZGERALD, G. Motivation and attrition in engineering students. **European Journal of Engineering Education**, v. 25, n. 2, p. 145-155, 2000.
- BAILLIE, C; PERCOCO, G. A study of present use and usefulness of computer-based learning at a technical university. **European Journal of Engineering Education**, v. 25, n. 1, p. 33-43, 2000.
- BEHRENS, M. A. Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente. In: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 3. ed. São Paulo: Papirus, 2001. 174p.
- BELHOT, R. V.; FIGUEIREDO, R. S.; MALAVÉ, C. O. O uso de simulação no ensino de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: ABENGE, 2001. p. 445-451, 1 CD.
- BELLONI, M. L. **Educação a distância**. 2. ed. São Paulo: Autores Associados, 2001. 116 p.
- BORBA, S. F. P.; AYROSA, P. P. S. Uma experiência da aplicação da educação a distância via Internet como ferramenta complementar a cursos presenciais. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 8., 2001, Brasília. **Anais eletrônicos**. Brasília: ABED, 2001. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2001/trabalhos.htm>>. Acesso em: 25 fev. 2002.

- BRANDÃO, E. J. R. Repensando modelos de avaliação de software educacional. In: SIMPÓSIO DE INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE EDUCATIVO, 3., 1998. Universidade de Évora, Portugal. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<http://www.minerva.uevora.pt/simpósio/comunicações/artigo.html>>. Acesso em: 10 dez. 2001.
- BRANDT, D.; HENNING, K. Perspectives of information and communication technologies for engineering education. **European Journal of Engineering Education**, v. 26, n. 1, p. 63-68, 2001.
- BRASILEIRO FILHO, S.; MACHADO, E. Aspectos metodológicos da avaliação pedagógica de ambientes virtuais de aprendizagem. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 9., 2002, São Paulo. **Anais eletrônicos**. São Paulo: ABED, 2002. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2002/trabalhos.htm>>. Acesso em: 27 jun. 2003.
- BUCH, K.; SENA, C. Accommodating diverse learning styles in the design and delivery of on-line learning experiences. **International Journal of Engineering Education**, v. 17, n. 1, p. 93-98, 2001.
- BURLESON, W.; GANZ, A.; HARRIS, I. Educational innovations in multimedia systems. **Journal of Engineering Education**, v. 90, n. 1, p. 21-31, 2001.
- CACIQUE, A. O ensino presencial e via Internet: uma experiência comparativa em educação a distância. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 8., 2001, Brasília. **Anais eletrônicos**. Brasília: ABED, 2001. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2001/trabalhos.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2002.
- CASTRO, N. J.; HAGUENAUER, C.; SILVA, E. M.; ALVES, L. A.; WASHINGTON, M. G. M.; CARVALHO, M. B.; RESENDE, R. L. S. M.; ROCHA, S. S.; FERREIRA, S. S.; GARCIA, S. P.; PEDROSO, T. P. O estudo a distância com apoio da Internet. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 8., 2001, Brasília. **Anais eletrônicos**. Brasília: ABED, 2001. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2001/trabalhos.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2002.
- CIGLARIC, M.; VIDMAR, T. Use of Internet technologies for teaching purposes. **European Journal of Engineering Education**, v. 23, n. 4, p. 497-502, 1998.
- COMASSETTO, L. S. Projeto de implantação de cursos a distância através da Internet. **Revista Brasileira de Educação a Distância**, v. 7, n. 39, p. 17-40, 2000.
- DUTTON, J.; DUTTON, M.; PERRY, J. Do online students perform as well as lecture students? **Journal of Engineering Education**, v. 90, n. 1, p. 131-136, 2001.

- EL-RAGHY, S. Quality engineering education: student skills and experiences. **Global Journal of Engineering Education**, v. 3, n. 1, p. 25-30, 1999.
- EVANS, R. M.; MURRAY, S. L.; DAILY, M.; HALL, R. Effectiveness of an Internet-based graduate Engineering Management course. **Journal of Engineering Education**, v. 89, n. 1, p. 63-71, 2000.
- FELDER, R. M.; BRENT, R. **Problemas em sala de aula? Ensino efetivo: uma oficina**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 134 p.
- FERNANDES, J. R.; ARAÚJO, J. F. S.; FERNANDES, M. C. P.; SILVA, J. C. T. Utilizando um ambiente de aprendizagem colaborativa via *web* para complementar o ensino presencial. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 9., 2002, São Paulo. **Anais eletrônicos**. São Paulo: ABED, 2002. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2002/trabalhos.htm>>. Acesso em: 27 jun. 2003.
- FRANCIOSI, B. ; ANDRADE, A. F.; BEILER, A.; WAGNER, P. R. Modelando ambientes de aprendizagem a distância baseado no uso de mídias integradas: um estudo de caso. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 8., 2001, Brasília. **Anais eletrônicos**. Brasília: ABED, 2001. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2001/trabalhos.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2002.
- FREITAS, A. A.; LOYOLLA, W.; PRATES, M. Linguagem e arquitetura de conteúdos em educação a distância mediada por computador. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 9., 2002, São Paulo. **Anais eletrônicos**. São Paulo: ABED, 2002. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2002/trabalhos.htm>>. Acesso em: 27 jun. 2003.
- GARDNER, L.; SHERIDAN, D.; WHITE, D. A web-based learning and assessment system to support flexible education. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 18, p. 125-136, 2002.
- GIBSON, I. S.; O'REILLY, C.; HUGHES, M. Integration of ICT within a project-based learning environment. **European Journal of Engineering Education**, v. 27, n. 1, p. 21-30, 2002.
- GUERRA, J. H. L. **Utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem: uma aplicação em planejamento e controle da produção**. 2000. 159p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br>>. Acesso em: 5 dez. 2001.
- HABERT, A. A educação aberta, continuada a distância e as tecnologias de informação. **Revista Brasileira de Educação a Distância**, v. 2, n. 11, p. 17-31, 1995.

- HANNON, B.; RUTH, M. **Dynamic modeling**. New York: Springer-Verlag, Inc., 1994. 248 p.
- IRANDOUST, S.; NIKLASSON, C. The web as a tool for supporting student learning in Chemical Reaction Engineering. **Global Journal of Engineering Education**, v. 3, n. 2, p. 145-150, 1999.
- LEITE, L. S.; VIEIRA, M. L. S.; SAMPAIO, M. N. Atividades não presenciais: preparando o aluno para a autonomia. **Tecnologia Educacional**, v. 26, n. 141, p. 36-40, 1998.
- LEWIS, B. A. The effectiveness of discussion forums in on-line learning. **Revista de Educação a Distância**, v. 1, n. 1, p. 1-7, 2002. Disponível em: <<http://www.abed.org.br>>. Acesso em: 14 jan. 2003.
- LITWIN, E. Das tradições à virtualidade. In: LITWIN, E. (Org.) **Educação a distância: temas para o debate de uma nova agenda educativa**. Porto Alegre: Artmed, 2001. 110 p.
- LOYOLLA, W.; PRATES, M. Ferramental pedagógico da educação a distância mediada por computador (EDMC). In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 8., 2001, Brasília. **Anais eletrônicos**. Brasília: ABED, 2001. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2001/trabalhos.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2002.
- LUCENA, C.; FUKS, H. **Professores e aprendizes na web: a educação na era da Internet**. Rio de Janeiro: Clube do Futuro, 2000. 160 p.
- MARTINS, F. B. A. R.; RAMOS, A. S. M. Inovações tecnológicas no ensino: utilizando a tecnologia para acessar, armazenar, manipular e analisar informações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: ABENGE, 2001. p. 682-687, 1 CD.
- MASTEN, S. J.; CHEN, K-C.; GRAULAU, J.; KARI, S. L.; LEE, K-H. A web-based and group learning environment for introductory Environmental Engineering. **Journal of Engineering Education**, v. 91, n. 1, p. 69-80, 2002.
- McKEACHIE, W. J. **McKEACHIE's teaching tips: strategies, research, and theory for college and university teachers**. Boston: Houghton Mifflin Company, 2002. 371 p.
- MENDES FILHO, L. A. M.; ALLOUFA, J. M. L.; QUEIROZ, T. S.; ADESHOYE, I. A.; RAMOS, A. S. M. Inovações tecnológicas no ensino: contribuições teóricas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: ABENGE, 2001. p. 184-191, 1 CD.

- MERCER, N.; ESTEPA, F. G. A educação a distância, o conhecimento compartilhado e a criação de uma comunidade de discurso internacional. In: LITWIN, E. (Org.) **Educação a distância: temas para o debate de uma nova agenda educativa**. Porto Alegre: Artmed, 2001. 110 p.
- MICHAU, F.; GENTIL, S.; BARRAULT, M. Expected benefits of web-based learning for engineering education: examples in Control Engineering. **European Journal of Engineering Education**, v. 26, n. 2, p. 151-168, 2001.
- MORAN, J. M. Pedagogia integradora do presencial-virtual. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 9., 2002, São Paulo. **Anais eletrônicos**. São Paulo: ABED, 2002. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2002/trabalhos.htm>>. Acesso em: 27 jun. 2003.
- MOURA, A. M. M.; AZEVEDO, A. M. P.; MEHLECKE, Q. As teorias de aprendizagem e os recursos da Internet auxiliando o professor na construção do conhecimento. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 8., 2001, Brasília. **Anais eletrônicos**. Brasília: ABED, 2001. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2001/trabalhos.htm>>. Acesso em: 25 fev. 2002.
- MURRAY, P. J.; MASON, R. Computer-mediated communication (CMC): state of the art. **Revista de Educação a Distância**, v. 1, n. 2, p. 1-24, 2003. Disponível em: <<http://www.abed.org.br>>. Acesso em: 14 jan. 2003.
- NASCIMENTO, R. B.; TROMPIERI FILHO, N. Correio eletrônico como recurso didático no ensino superior: o caso da Universidade Federal do Ceará. **Ciência da Informação**, v. 31, n. 2, p. 86-97, 2002.
- NEWMAN, D. R.; JOHNSON, C.; COCHRANE, C; WEBB, B. An experiment in group learning technology: evaluating critical thinking in face-a-face and computer-supported seminars. **Interpersonal Computing and Technology: an Electronic Journal for the 21st century**, v. 4, n. 1, p. 57-74, 1996. Disponível em: <<http://jan.ucc.nau.edu/~ipct-j/1996/n1/newman.txt>>. Acesso em: 15 abr. 2003.
- NEWMAN, D. R.; WEBB, B; COCHRANE, C. A content analysis method to measure critical thinking in face-to-face and computer supported group learning. **Interpersonal Computing and Technology: an Electronic Journal for the 21st century**, v. 3, n. 2, p. 56-77, 1995. Disponível em: <<http://jan.ucc.nau.edu/~ipct-j/1995/n2/newman.txt>>. Acesso em: 15 abr. 2003.
- NITZKE, J.; CARNEIRO, M. L. F. Ambientes de aprendizagem cooperativa apoiados por computador para educação em engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: ABENGE, 2001. p. 400-407, 1 CD.

- OLIVEIRA, C. C.; COSTA, J. W.; MOREIRA, M. **Ambientes informatizados de aprendizagem: produção e avaliação de software educativo**. São Paulo: Papirus, 2001. 144 p.
- OLIVEIRA, R. A.; QUEIROZ, P. S. O. Complementação das aulas presenciais utilizando técnicas de ensino a distância. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: ABENGE, 2001. p. 22-25, 1 CD.
- OLIVEIRA, S. L.; SEIXAS, J. M. Ensino apoiado computacionalmente: os desafios pedagógicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: ABENGE, 2001. p. 379-382, 1 CD.
- PASSOS, F. J. V. **Kinetics and modeling of cucumber fermentation**. Ph.D. Thesis. Department of Food Science, North Carolina State University, Raleigh, USA, 1993.
- PEREIRA, F. T.; FURTADO, E. S. Integrando ferramentas de gestão do conhecimento a um ambiente de aprendizagem a distância. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 9., 2002, São Paulo. **Anais eletrônicos**. São Paulo: ABED, 2002. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2002/trabalhos.htm>>. Acesso em: 27 jun. 2003.
- PEREIRA, L. T. V.; BAZZO, W. A. **Ensino de engenharia: na busca do seu aprimoramento**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1997. 167 p.
- PESCHGES, K-J.; REINDEL, E. Project-oriented engineering education to improve key competencies. **Global Journal of Engineering Education**, v. 2, n. 2, p. 181-186, 1998.
- PESSOA, M. C. F. Computadores na educação: projetos baseados na Internet. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 9., 2002, São Paulo. **Anais eletrônicos**. São Paulo: ABED, 2002. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2002/trabalhos.htm>>. Acesso em: 27 jun. 2003.
- PINHO, J. B. **Publicidade e vendas na Internet: técnicas e estratégias**. São Paulo: Summus, 2000. 354 p.
- PORTUGAL, C. Educação a distância: o design como agente do “diálogo” mediado pelas interfaces computacionais. **Revista de Educação a Distância**, v. 1, n. 2, p. 1-6, 2003. Disponível em: <<http://www.abed.org.br>>. Acesso em: 14 jan. 2003.
- RITZEL, M. I. Apresentação de material didático a distância com controle de uso e avaliação de aprendizagem. In: SEMANA ACADÊMICA DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO, 3., 1998, Porto Alegre. **Anais eletrônicos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. p. 1-6 Disponível em:

<<http://www.inf.ufrgs.br/pos/SemanaAcademica/Semana98/ritzel.html>>. Acesso em: 20 fev. 2002.

RODRIGUES, R. C. Planejando atividades a distância em cursos presenciais do ensino superior. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 9., 2002, São Paulo. **Anais eletrônicos**. São Paulo: ABED, 2002. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2002/trabalhos.htm>>. Acesso em: 27 jun. 2003.

RODRIGUEZ-ARDURA, I.; RYAN G. Integración de materiales didácticos hipermedia en entornos virtuales de aprendizaje: retos y oportunidades. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 25, p. 177-203, Jan./Abr., 2001.

ROMISZOWSKI, H. P. Avaliação no design e desenvolvimento de multimídia educativa. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 8., 2001, Brasília. **Anais eletrônicos**. Brasília: ABED, 2001. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2001/trabalhos.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2002.

SABARIZ, A.; BARRETO, P. Migrando de aulas presenciais em um curso de engenharia para educação virtual baseada na Internet. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 8., 2001, Brasília. **Anais eletrônicos**. Brasília: ABED, 2001. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2001/trabalhos.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2002.

SCHNAID, F.; ZARO, M. A.; TIMM, M. I. Por que introduzir, no Brasil, o ensino a distância nos cursos de graduação e pós-graduação em engenharia? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: ABENGE, 2001. p. 16-21, 1 CD.

SCHREUDERS, P. D.; JOHNSON, A. A systems approach for bioengineering. **International Journal of Engineering Education**, v. 15, n. 4, p. 243-248, 1999.

SESSO, M. G. V.; DOVICCHI, J. C. Utilização de novas tecnologias de informação no ensino de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: ABENGE, 2001. p. 516-518, 1 CD.

SHULER, M. L.; KARGI, F. **Bioprocess engineering: basic concepts**. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall PTR, 2002. 553 p.

SILVA, P. A. L. Uma real sala de aula virtual: modelo para o século XXI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: ABENGE, 2001. p. 70-72, 1 CD.

- SOLETTIC, A. A produção de materiais escritos nos programas de educação a distância: problemas e desafios. In: LITWIN, E. (Org.) **Educação a distância: temas para o debate de uma nova agenda educativa**. Porto Alegre: Artmed, 2001. 110 p.
- SOUZA, T. R. P. A avaliação como prática pedagógica. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 8., 2001, Brasília. **Anais eletrônicos**. Brasília: ABED, 2001. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2001/trabalhos.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2002.
- SOUZA, T. R. P.; SAITO, C. H. A centralidade do planejamento na elaboração de material didático para EAD. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 6., 2001. **Anais eletrônicos**. ABED, 2001. Disponível em: <http://www.abed.org.br/antiga/htdocs/paper_visem/thelma_rosane_de_souza.htm> Acesso em: 26 fev. 2002.
- STREET, G. An overview of the development of biochemical engineering education. **European Journal of Engineering Education**, v. 25, n. 3, p. 181-187, 2000.
- SUAREZ, P. A. Z.; DESAULNIERS, J. B. R. Uma experiência no ensino de química geral em curso a distância de graduação. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 8., 2001, Brasília. **Anais eletrônicos**. Brasília: ABED, 2001. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2001/trabalhos.htm>>. Acesso em: 25 fev. 2002.
- TANNOUS, K.; RODRIGUES, S. Aplicación de herramienta de educación a distancia como soporte didáctico a la enseñanza en Ingeniería Química. **Revista de Educação a Distância**, v. 1, n. 2, p. 1-7, 2003. Disponível em: <<http://www.abed.org.br>>. Acesso em: 14 jan. 2003.
- TANNOUS, K.; RODRIGUES, S. Inovação do ensino presencial em cursos de graduação através de ferramentas de EAD. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: ABENGE, 2001. p. 694-700, 1 CD.
- TORI, R. A distância que aproxima. **Revista de Educação a Distância**, v. 1, n. 2, p. 1-6, 2002. Disponível em: <<http://www.abed.org.br>>. Acesso em: 14 jan. 2003.
- TORRES, V. S. Planejamento de uma aula com uso de computador como recurso multimeio. **Tecnologia Educacional**, v. 29, n. 150/151, p. 38-41, 2000.
- Van DIJK, L. A.; JOCHEMS, W. M. G. Changing a traditional lecturing approach into an interactive approach: effects of interrupting the monologue in lectures. **International Journal of Engineering Education**, v. 18, n. 3, p. 275-284, 2002.

- VIEIRA, F. M. S. Considerações teórico-metodológicas para elaboração e realização de cursos virtuais. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 8., 2001, Brasília. **Anais eletrônicos**. Brasília: ABED, 2001. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2001/trabalhos.htm>>. Acesso em: 25 fev. 2002.
- VIEIRA, M. B; LUCIANO, N. A. Construção e reconstrução de um ambiente de aprendizagem para educação a distância. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 8., 2001, Brasília. **Anais eletrônicos**. Brasília: ABED, 2001. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2001/trabalhos.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2002.
- VILLOTA, R.; HAWKES, J. G. Reaction kinetics in food systems. In: HELDMAN, D. R.; LUND, D. B (Eds.). **Handbook of food engineering**. New York: Marcel Dekker, Inc., 1992. 756 p.
- WALLACE, D. R.; MUTOONI, P. Web-based and classroom teaching. **Journal of Engineering Education**, v. 86, n. 4, p. 211-219, 1997.
- WANKAT, P. C. **The effective, efficient professor: teaching, scholarship and service**. Boston: Allyn & Bacon, 2002. 292 p.
- WILLIAMSON, C.; BERNHARD, J. T.; CHAMBERLIN, K. Perspectives on an Internet-based synchronous distance learning experience. **Journal of Engineering Education**, v. 89, n. 1, p. 53-61, 2000.
- YIP, W. Students' perceptions of the technological supports for problem-based learning. **Education and Information Technologies**, v. 7, n. 4, p. 303-312, 2002.

ANEXO

ANEXO

Questionário

Informações Iniciais

Configuração do seu computador: Processador _____ Memória _____

Por favor, responda as questões seguintes, de acordo com o escore:

| |
|--|
| 0 – incapacidade de responder (indiferença/neutralidade) |
| 1 – completamente insatisfeito |
| 2 – insatisfeito |
| 3 – parcialmente satisfeito |
| 4 – satisfeito |
| 5 – completamente satisfeito |

Interação aluno-*software*-professor

| | Nota |
|--|------|
| 1. O material é de fácil utilização pelo público-alvo. | |
| 2. É possível acessar todas as partes do <i>software</i> com facilidade. | |
| 3. A navegação possui velocidade adequada. | |
| 4. O tempo de resposta para carregar o programa é aceitável. | |
| O tempo de resposta para executar as seguintes tarefas é aceitável: | |
| 5. Inicialização dos Módulos no ambiente Conteúdo. | |
| 6. Abrir os textos dos Capítulos, em pdf, no ambiente Conteúdo. | |
| 7. Visualização das atividades na Agenda. | |
| 8. Visualização das notícias completas. | |
| 9. Utilização do Glossário no ambiente Biblioteca. | |

| | |
|---|--|
| 10. Utilização do ambiente P&R. | |
| 11. Utilização do ambiente Fórum. | |
| 12. Utilização do ambiente Chat. | |
| 13. Utilização do ambiente Lista de e-mails. | |
| 14. O número de subdivisões dos diferentes ambientes é adequado. | |
| Os ambientes para apresentação de informações e conteúdos (15, 16 e 17) e de comunicação (18 a 22), listados a seguir, são de fácil utilização: | |
| 15. Conteúdo | |
| 16. Biblioteca | |
| 17. P&R | |
| 18. Chat | |
| 19. Fórum | |
| 20. Lista de e-mails | |
| 21. Notícias | |
| 22. Agenda | |
| Os ambientes para apresentação de informações e conteúdos (23, 24 e 25) e de comunicação (26 a 30), listados a seguir, são eficientes, compatíveis com seus propósitos: | |
| 23. Conteúdo | |
| 24. Biblioteca | |
| 25. P&R | |
| 26. Chat | |
| 27. Fórum | |
| 28. Lista de e-mails | |
| 29. Notícias | |
| 30. Agenda | |
| 31. Existem espaços (meios de comunicação) para que os usuários possam participar com comentários, críticas e questões. | |
| 32. O ambiente Notícias é uma forma complementar e eficiente para interação professor-aluno. | |
| 33. O ambiente Agenda complementa de forma eficiente a interação professor-aluno. | |
| 34. O <i>software</i> fornece suporte para o trabalho cooperativo entre alunos. | |
| 35. O <i>software</i> permite o compartilhamento de informações e de produção de conhecimento entre alunos e grupos de trabalho. | |
| 36. As estratégias didáticas utilizadas para estruturação da disciplina no ambiente educativo são adequadas. | |
| 37. O grau de interatividade do ambiente é satisfatório. | |
| 38. Existem opções de ajuda em tempo real (por exemplo, acesso a glossário e respostas de outros usuários). | |

| | |
|---|--|
| 39. O ambiente é atrativo, capaz de despertar no aluno o interesse pelo conteúdo. | |
| 40. Existe possibilidade de articulação do <i>software</i> com outros recursos tecnológicos disponíveis (áudio, vídeo, fotos, animações). | |
| As páginas (telas) principais do PVANet, listadas a seguir, têm visual esteticamente adequado: | |
| 41. textos e imagens bem distribuídos. | |
| 42. sem sobrecarga. | |
| 43. cores agradáveis. | |
| 44. A estrutura do <i>software</i> permite a navegação não-linear, possibilitando o acesso a qualquer parte mediante um índice geral. | |
| 45. O <i>software</i> permite a participação do professor como orientador didático-pedagógico. | |

Apresentação do Conteúdo

| | Nota |
|--|------|
| 46. O <i>software</i> é uma ferramenta adequada ao trabalho didático-pedagógico, dependendo do conteúdo por ele veiculado. | |
| 47. A leitura do conteúdo didático via computador é agradável. | |
| 48. Os <i>slides</i> apresentados nos Módulos possuem cores e design agradáveis. | |
| Os atributos das fontes utilizadas, listadas a seguir, são coerentes com a proposta: | |
| 49. Tamanho | |
| 50. Tipos | |
| 51. Cores | |
| 52. A estrutura modular dada ao conteúdo permite autonomia na organização do estudo. | |
| 53. O <i>software</i> é composto por número satisfatório de páginas. | |
| 54. Os recursos visuais utilizados (símbolos, ilustrações, gráficos, esquemas etc.) são adequados. | |

Gerenciamento do PVANet

| | Nota |
|---|------|
| O gerenciamento dos diferentes ambientes, listados a seguir, é auto-explicativo, ou seja, permite que as tarefas sejam facilmente realizadas por instrutores com diferentes níveis de conhecimento em computação. | |
| 55. Agenda | |
| 56. Notícias | |
| 57. Fórum | |
| 58. Lista de e-mails | |

| | |
|--|--|
| 59. P&R | |
| 60. Mural | |
| 61. Glossário | |
| 62. Você considera importante o registro da hora de entrada e de saída do usuário na disciplina? (quantificar o grau de importância de 0 a 5) | |
| 63. Na sua opinião, e considerando o PVANet como um ambiente para suporte das disciplinas de graduação da UFV, marque com um X a categoria de usuários que você permitiria para acesso às disciplinas disponibilizadas no PVANet. <input type="checkbox"/> Apenas alunos matriculados na disciplina <input type="checkbox"/> Apenas estudantes matriculados na UFV <input type="checkbox"/> Acesso livre | |

Questões complementares

64. Que outras atividades deveriam ser implementadas nos diferentes itens do Gerenciamento do PVANet?

65. Algum ambiente funciona de forma inadequada? Sim ___ Não ___

Se positivo, quais: _____

66. Assinale o(s) problema(s) mais freqüente(s) que você enfrentou ao utilizar o material didático informatizado.

- a. navegação lenta
- b. erros na execução de *links*
- c. problemas técnicos no computador
- d. outro(s). Qual(is)? _____

67. Identifique o(s) benefício(s) que você vê na utilização desse material como suporte a uma disciplina presencial.

- a. possibilidade de estudo autônomo
- b. possibilidade de administrar o tempo de estudo
- c. realização de atividades cooperativas e colaborativas
- d. interatividade com professor/monitor e outros alunos
- e. maior estímulo ao estudo
- f. outro(s). Qual(is)? _____

68. Assinale o(s) possível(is) obstáculo(s) que você espera na utilização desse material pelos alunos.

- a. falta de domínio no uso de computador e seus recursos
- b. não entendimento dos conteúdos, exercícios e trabalhos
- c. não participação nas atividades interativas
- d. não participação nas atividades cooperativas (trabalho em grupo)
- e. problemas técnicos na utilização do material
- f. outro(s). Qual(is)? _____

69. Qual(is) dos meios de interação providos foi o seu favorito?

- discussões (assíncronas) no Fórum
- discussões (síncronas) no Chat
- mensagens (assíncronas) via *e-mail*

Justificativa:

70. Assinale a(s) mudança(s) mais significativa(s) que você sugere para o material.

- a. alterações no visual (*design*) da página
- b. modificações nos textos (conteúdo da disciplina)
- c. modificações nas apresentações dos módulos (resumos)
- d. inclusão ou exclusão de recursos/atividades
- e. outro(s). Qual(is)? _____

Comentários:

71. Considerações Finais

72. Quais dos itens ou ambientes você sugere a eliminação?

73. Que outros ambientes você acrescentaria?

74. Modificações no questionário

Questões que deveriam ser eliminadas:

Questões que deveriam ser incluídas:

Outras sugestões:

Tabela 1A – Total de notas atribuídas por todos os avaliadores às questões do questionário referentes à interação aluno-*software*-professor

| Questão | Notas | | | | | | Total |
|---------|-------|---|---|----|----|----|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 18 | 23 | 44 |
| 2 | 0 | 0 | 2 | 14 | 15 | 11 | 42 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 7 | 25 | 9 | 42 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 6 | 23 | 13 | 42 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 6 | 21 | 15 | 42 |
| 6 | 0 | 0 | 3 | 16 | 10 | 13 | 42 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 2 | 9 | 31 | 42 |
| 8 | 0 | 0 | 2 | 1 | 16 | 23 | 42 |
| 9 | 3 | 0 | 0 | 6 | 12 | 21 | 42 |
| 10 | 4 | 0 | 0 | 5 | 15 | 18 | 42 |
| 11 | 0 | 0 | 1 | 3 | 18 | 20 | 42 |
| 12 | 3 | 1 | 1 | 9 | 12 | 16 | 42 |
| 13 | 2 | 0 | 0 | 3 | 17 | 20 | 42 |
| 14 | 0 | 0 | 1 | 2 | 23 | 16 | 42 |
| 15 | 0 | 0 | 2 | 3 | 15 | 22 | 42 |
| 16 | 2 | 0 | 0 | 5 | 19 | 16 | 42 |
| 17 | 4 | 0 | 0 | 2 | 21 | 15 | 42 |
| 18 | 4 | 1 | 1 | 2 | 18 | 16 | 42 |
| 19 | 0 | 0 | 1 | 1 | 24 | 16 | 42 |
| 20 | 2 | 0 | 0 | 1 | 20 | 19 | 42 |
| 21 | 1 | 0 | 0 | 3 | 18 | 20 | 42 |
| 22 | 1 | 0 | 1 | 0 | 16 | 24 | 42 |
| 23 | 1 | 0 | 0 | 2 | 17 | 24 | 44 |
| 24 | 3 | 0 | 0 | 3 | 21 | 17 | 44 |
| 25 | 3 | 0 | 0 | 5 | 18 | 18 | 44 |
| 26 | 4 | 0 | 2 | 3 | 17 | 18 | 44 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 1 | 19 | 24 | 44 |
| 28 | 3 | 0 | 0 | 2 | 16 | 23 | 44 |
| 29 | 0 | 0 | 0 | 2 | 18 | 24 | 44 |
| 30 | 1 | 0 | 0 | 1 | 13 | 29 | 44 |
| 31 | 0 | 0 | 0 | 2 | 19 | 21 | 42 |
| 32 | 0 | 0 | 1 | 2 | 16 | 23 | 42 |
| 33 | 1 | 0 | 1 | 4 | 12 | 24 | 42 |
| 34 | 0 | 0 | 1 | 7 | 19 | 17 | 44 |
| 35 | 0 | 0 | 1 | 3 | 24 | 14 | 42 |
| 36 | 4 | 0 | 0 | 7 | 21 | 10 | 42 |
| 37 | 1 | 0 | 0 | 6 | 20 | 17 | 44 |
| 38 | 4 | 0 | 1 | 7 | 20 | 10 | 42 |
| 39 | 1 | 0 | 1 | 7 | 19 | 16 | 44 |
| 40 | 13 | 0 | 1 | 10 | 10 | 8 | 42 |
| 41 | 0 | 0 | 1 | 1 | 18 | 23 | 43 |
| 42 | 0 | 0 | 0 | 6 | 14 | 23 | 43 |
| 43 | 1 | 0 | 1 | 5 | 13 | 23 | 43 |
| 44 | 3 | 1 | 1 | 9 | 17 | 10 | 41 |
| 45 | 0 | 0 | 0 | 4 | 24 | 15 | 43 |

Tabela 2A – Total de notas atribuídas pelo grupo de professores às questões do questionário referentes à interação aluno-*software*-professor

| Questão | Notas | | | | | | Total |
|---------|-------|---|---|---|----|----|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 7 | 16 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | 6 | 5 | 15 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 5 | 15 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 3 | 6 | 6 | 15 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 2 | 7 | 6 | 15 |
| 6 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 7 | 15 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 10 | 15 |
| 8 | 0 | 0 | 2 | 1 | 5 | 7 | 15 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 9 | 15 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 8 | 15 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 8 | 15 |
| 12 | 1 | 0 | 0 | 4 | 5 | 5 | 15 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 9 | 15 |
| 14 | 0 | 0 | 1 | 1 | 9 | 4 | 15 |
| 15 | 0 | 0 | 1 | 1 | 6 | 7 | 15 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 8 | 15 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 6 | 15 |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | 6 | 15 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 6 | 15 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 8 | 15 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | 6 | 15 |
| 22 | 0 | 0 | 1 | 0 | 6 | 8 | 15 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 8 | 16 |
| 24 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 8 | 16 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 2 | 6 | 8 | 16 |
| 26 | 0 | 0 | 0 | 2 | 6 | 8 | 16 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 9 | 16 |
| 28 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 9 | 16 |
| 29 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 9 | 16 |
| 30 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 10 | 16 |
| 31 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 9 | 15 |
| 32 | 0 | 0 | 1 | 2 | 4 | 8 | 15 |
| 33 | 0 | 0 | 1 | 3 | 6 | 5 | 15 |
| 34 | 0 | 0 | 1 | 4 | 4 | 7 | 16 |
| 35 | 0 | 0 | 0 | 3 | 8 | 4 | 15 |
| 36 | 2 | 0 | 0 | 1 | 8 | 4 | 15 |
| 37 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | 7 | 16 |
| 38 | 2 | 0 | 0 | 0 | 10 | 3 | 15 |
| 39 | 1 | 0 | 1 | 2 | 7 | 5 | 16 |
| 40 | 4 | 0 | 0 | 3 | 4 | 4 | 15 |
| 41 | 0 | 0 | 1 | 1 | 7 | 7 | 16 |
| 42 | 0 | 0 | 0 | 2 | 7 | 7 | 16 |
| 43 | 1 | 0 | 0 | 4 | 5 | 6 | 16 |
| 44 | 0 | 1 | 0 | 2 | 7 | 5 | 15 |
| 45 | 0 | 0 | 0 | 3 | 6 | 7 | 16 |

Tabela 3A – Total de notas atribuídas pelo grupo de alunos da pós-graduação às questões do questionário referentes à interação aluno-*software*-professor

| Questão | Notas | | | | | | Total |
|---------|-------|---|---|---|---|----|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 10 | 11 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | 3 | 10 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 2 | 10 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 10 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 | 10 |
| 6 | 0 | 0 | 1 | 5 | 3 | 1 | 10 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 | 10 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 7 | 10 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 8 | 10 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 6 | 10 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 10 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 5 | 10 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 6 | 10 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 6 | 10 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 8 | 10 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 5 | 10 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 6 | 10 |
| 18 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 | 4 | 10 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 | 10 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 7 | 10 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 7 | 10 |
| 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 7 | 10 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 9 | 11 |
| 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 7 | 11 |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 11 |
| 26 | 1 | 0 | 0 | 1 | 5 | 4 | 11 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 9 | 11 |
| 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 8 | 11 |
| 29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 8 | 11 |
| 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 10 | 11 |
| 31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 | 10 |
| 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 6 | 10 |
| 33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 8 | 10 |
| 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 7 | 11 |
| 35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 | 10 |
| 36 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 2 | 10 |
| 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 5 | 11 |
| 38 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 5 | 10 |
| 39 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 11 |
| 40 | 3 | 0 | 0 | 2 | 3 | 2 | 10 |
| 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 7 | 11 |
| 42 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 9 | 11 |
| 43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 8 | 11 |
| 44 | 1 | 0 | 1 | 5 | 2 | 1 | 10 |
| 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 3 | 11 |

Tabela 4A – Total de notas atribuídas pelo grupo de alunos de TAL 416 às questões do questionário referentes à interação aluno-*software*-professor

| Questão | Notas | | | | | | Total |
|---------|-------|---|---|---|----|----|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 8 | 6 | 17 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 8 | 5 | 3 | 17 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 2 | 12 | 2 | 17 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 3 | 12 | 2 | 17 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 4 | 8 | 5 | 17 |
| 6 | 0 | 0 | 1 | 8 | 3 | 5 | 17 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 12 | 17 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 9 | 17 |
| 9 | 3 | 0 | 0 | 3 | 7 | 4 | 17 |
| 10 | 4 | 0 | 0 | 4 | 5 | 4 | 17 |
| 11 | 0 | 0 | 1 | 2 | 7 | 7 | 17 |
| 12 | 2 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 17 |
| 13 | 2 | 0 | 0 | 0 | 10 | 5 | 17 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 6 | 17 |
| 15 | 0 | 0 | 1 | 2 | 7 | 7 | 17 |
| 16 | 2 | 0 | 0 | 3 | 9 | 3 | 17 |
| 17 | 4 | 0 | 0 | 1 | 9 | 3 | 17 |
| 18 | 3 | 1 | 1 | 0 | 6 | 6 | 17 |
| 19 | 0 | 0 | 1 | 1 | 9 | 6 | 17 |
| 20 | 2 | 0 | 0 | 0 | 11 | 4 | 17 |
| 21 | 1 | 0 | 0 | 1 | 8 | 7 | 17 |
| 22 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 9 | 17 |
| 23 | 1 | 0 | 0 | 1 | 8 | 7 | 17 |
| 24 | 3 | 0 | 0 | 2 | 10 | 2 | 17 |
| 25 | 3 | 0 | 0 | 2 | 9 | 3 | 17 |
| 26 | 3 | 0 | 2 | 0 | 6 | 6 | 17 |
| 27 | 0 | 0 | 0 | 1 | 10 | 6 | 17 |
| 28 | 3 | 0 | 0 | 1 | 7 | 6 | 17 |
| 29 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 | 7 | 17 |
| 30 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 9 | 17 |
| 31 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | 8 | 17 |
| 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 9 | 17 |
| 33 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 | 11 | 17 |
| 34 | 0 | 0 | 0 | 3 | 11 | 3 | 17 |
| 35 | 0 | 0 | 1 | 0 | 10 | 6 | 17 |
| 36 | 1 | 0 | 0 | 6 | 6 | 4 | 17 |
| 37 | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 | 5 | 17 |
| 38 | 2 | 0 | 1 | 6 | 6 | 2 | 17 |
| 39 | 0 | 0 | 0 | 4 | 9 | 4 | 17 |
| 40 | 6 | 0 | 1 | 5 | 3 | 2 | 17 |
| 41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 9 | 16 |
| 42 | 0 | 0 | 0 | 3 | 6 | 7 | 16 |
| 43 | 0 | 0 | 1 | 1 | 5 | 9 | 16 |
| 44 | 2 | 0 | 0 | 2 | 8 | 4 | 16 |
| 45 | 0 | 0 | 0 | 1 | 10 | 5 | 16 |

Tabela 5A – Total de notas atribuídas por todos os avaliadores às questões do questionário referentes à apresentação do conteúdo

| Questão | Notas | | | | | | Total |
|---------|-------|---|---|----|----|----|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 46 | 1 | 0 | 0 | 9 | 16 | 17 | 43 |
| 47 | 1 | 1 | 4 | 18 | 12 | 5 | 41 |
| 48 | 1 | 0 | 0 | 1 | 26 | 13 | 41 |
| 49 | 0 | 0 | 0 | 3 | 18 | 20 | 41 |
| 50 | 0 | 0 | 0 | 1 | 18 | 22 | 41 |
| 51 | 1 | 0 | 0 | 2 | 16 | 22 | 41 |
| 52 | 0 | 0 | 0 | 4 | 23 | 14 | 41 |
| 53 | 2 | 0 | 0 | 4 | 21 | 14 | 41 |
| 54 | 2 | 0 | 1 | 2 | 23 | 13 | 41 |

Tabela 6A – Total de notas atribuídas pelo grupo de professores às questões do questionário referentes à apresentação do conteúdo

| Questão | Notas | | | | | | Total |
|---------|-------|---|---|---|----|---|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 46 | 1 | 0 | 0 | 3 | 4 | 8 | 16 |
| 47 | 0 | 0 | 0 | 7 | 6 | 2 | 15 |
| 48 | 0 | 0 | 0 | 1 | 14 | 0 | 15 |
| 49 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | 6 | 15 |
| 50 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 7 | 15 |
| 51 | 0 | 0 | 0 | 2 | 5 | 8 | 15 |
| 52 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | 6 | 15 |
| 53 | 2 | 0 | 0 | 1 | 9 | 3 | 15 |
| 54 | 1 | 0 | 1 | 0 | 9 | 4 | 15 |

Tabela 7A – Total de notas atribuídas pelo grupo de alunos da pós-graduação às questões do questionário referentes à apresentação do conteúdo

| Questão | Notas | | | | | | Total |
|---------|-------|---|---|---|---|---|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 7 | 11 |
| 47 | 0 | 0 | 1 | 3 | 5 | 1 | 10 |
| 48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 6 | 10 |
| 49 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 6 | 10 |
| 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 7 | 10 |
| 51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 7 | 10 |
| 52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 3 | 10 |
| 53 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 | 10 |
| 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4 | 10 |

Tabela 8A – Total de notas atribuídas pelo grupo de alunos de TAL 416 às questões do questionário referentes à apresentação do conteúdo

| Questão | Notas | | | | | | Total |
|---------|-------|---|---|---|---|---|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 46 | 0 | 0 | 0 | 6 | 8 | 2 | 16 |
| 47 | 1 | 1 | 3 | 8 | 1 | 2 | 16 |
| 48 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | 7 | 16 |
| 49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 8 | 16 |
| 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 8 | 16 |
| 51 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | 7 | 16 |
| 52 | 0 | 0 | 0 | 3 | 8 | 5 | 16 |
| 53 | 0 | 0 | 0 | 3 | 6 | 7 | 16 |
| 54 | 1 | 0 | 0 | 2 | 8 | 5 | 16 |

Tabela 9A – Notas atribuídas por todos os avaliadores às questões do questionário referentes ao “Gerenciamento” do PVANet

| Questão | Notas | | | | | | Total |
|---------|-------|---|---|----|----|----|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 55 | 2 | 0 | 0 | 0 | 18 | 24 | 44 |
| 56 | 1 | 1 | 0 | 0 | 23 | 19 | 44 |
| 57 | 1 | 1 | 0 | 5 | 21 | 16 | 44 |
| 58 | 2 | 0 | 2 | 1 | 16 | 23 | 44 |
| 59 | 5 | 0 | 1 | 2 | 21 | 15 | 44 |
| 60 | 1 | 0 | 1 | 3 | 18 | 21 | 44 |
| 61 | 4 | 0 | 0 | 1 | 21 | 18 | 44 |
| 62 | 4 | 2 | 4 | 11 | 12 | 9 | 42 |

Tabela 10A – Notas atribuídas pelo grupo de professores às questões do questionário referentes ao “Gerenciamento” do PVANet

| Questão | Notas | | | | | | Total |
|---------|-------|---|---|---|----|---|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 55 | 1 | 0 | 0 | 0 | 9 | 6 | 16 |
| 56 | 1 | 0 | 0 | 0 | 9 | 6 | 16 |
| 57 | 1 | 0 | 0 | 1 | 10 | 4 | 16 |
| 58 | 1 | 0 | 1 | 0 | 7 | 7 | 16 |
| 59 | 1 | 0 | 0 | 0 | 10 | 5 | 16 |
| 60 | 1 | 0 | 0 | 0 | 10 | 5 | 16 |
| 61 | 1 | 0 | 0 | 0 | 9 | 6 | 16 |
| 62 | 1 | 0 | 0 | 2 | 4 | 8 | 15 |

Tabela 11A – Notas atribuídas pelo grupo de alunos da pós-graduação às questões do questionário referentes ao “Gerenciamento” do PVANet

| Questão | Notas | | | | | | Total |
|---------|-------|---|---|---|---|---|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 8 | 11 |
| 56 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 6 | 11 |
| 57 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 6 | 11 |
| 58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 6 | 11 |
| 59 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 6 | 11 |
| 60 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 7 | 11 |
| 61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 7 | 11 |
| 62 | 2 | 0 | 1 | 6 | 1 | 0 | 10 |

Tabela 12A – Notas atribuídas pelo grupo de alunos de TAL 416 às questões do questionário referentes ao “Gerenciamento” do PVANet

| Questão | Notas | | | | | | Total |
|---------|-------|---|---|---|----|----|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 55 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 10 | 17 |
| 56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 7 | 17 |
| 57 | 0 | 1 | 0 | 4 | 6 | 6 | 17 |
| 58 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 10 | 17 |
| 59 | 4 | 0 | 1 | 1 | 7 | 4 | 17 |
| 60 | 0 | 0 | 1 | 2 | 5 | 9 | 17 |
| 61 | 3 | 0 | 0 | 1 | 8 | 5 | 17 |
| 62 | 1 | 2 | 3 | 3 | 7 | 1 | 17 |