

BRUNO DE SOUSA CORRADI

**AVALIAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E DA  
COMUNICAÇÃO NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM EM UMA  
DISCIPLINA EXPERIMENTAL DA UFV**

Dissertação 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  
MINSZ GERAIS – BRASIL  
2009

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C823a  
2009

Corradi, Bruno de Sousa, 1984-  
Avaliação de novas tecnologias de informação e da  
comunicação no processo ensino-aprendizagem em uma  
disciplina experimental da UFV / Bruno de Sousa Corradi  
– Viçosa, MG, 2009.  
xiii, 129f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui anexo.

Orientador: Frederico José Vieira Passos.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 105-109.

1. Tecnologia de alimentos - Estudo e ensino.  
2. Aprendizagem. 3. Tecnologia da informação.  
4. Comunicação na educação. 5. Aprendizagem  
experimental. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 664.007

BRUNO DE SOUSA CORRADI

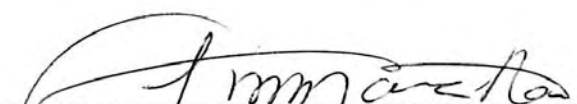
**AVALIAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E DA  
COMUNICAÇÃO NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM EM UMA  
DISCIPLINA EXPERIMENTAL DA UFV**

Dissertação 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*.

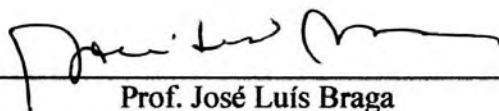
APROVADA: 29 de junho de 2009.



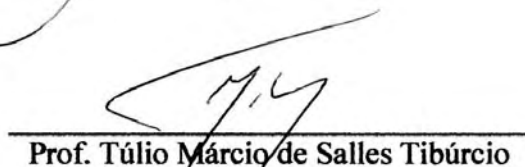
Prof. Paulo Henrique Alves da Silva  
(Coorientador)



Prof. Ismael Maciel de Mancilha  
(Coorientador)



Prof. José Luís Braga



Prof. Túlio Márcio de Salles Tibúrcio



Prof. Frederico José Vieira Passos  
(Orientador)

*A Deus, à minha mãe, aos meus irmãos  
e aos meus amigos.*

## **AGRADECIMENTOS**

A realização deste estudo foi possível graças à colaboração de algumas pessoas, do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos e da Coordenadoria de Educação Aberta e a Distância, aos quais manifesto meu reconhecimento e gratidão.

Agradeço primeiro a Deus, por ter-me dado força e tranquilidade para a realização deste trabalho.

Sou extremamente grato à minha família, mãe e irmãos, por terem sempre me incentivado e contribuído para a execução desta pesquisa, por maiores que fossem as dificuldades enfrentadas.

Expresso minha gratidão ao Professor Frederico Passos, pelo interesse e pela orientação durante toda esta caminhada; e, acima de tudo, pela confiança e pelo entusiasmo contagiante.

Aos meus amigos, pela companhia e pelos momentos de distração.

À equipe da CEAD/UFV, em especial ao Rogério Pascini, pela ajuda na produção do material didático.

Por fim, mas não em último lugar, aos Professores Ismael Maciel de Mancilha e Paulo Henrique Alves da Silva e a todos os professores que contribuíram para a minha formação e a realização deste estudo.

## SUMÁRIO

|   | Página |
|---|--------|
| LISTA DE TABELAS .....  | vi     |
| LISTA DE FIGURAS .....  | vii    |
| RESUMO .....  | x      |
| ABSTRACT .....  | xii    |
| 1. INTRODUÇÃO .....   | 1      |
| 1.1. O objeto da pesquisa .....   | 3      |
| 2. OBJETIVOS .....  | 8      |
| 2.1. Objetivo geral.....  | 8      |
| 2.2. Objetivos específicos .....  | 8      |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA .....  | 9      |
| 3.1. Educação e novas tecnologias.....  | 9      |
| 3.2. Metodologias de ensino: Abordagem tradicional x Abordagem<br>interativa..... | 23     |
| 3.3. O processo ensino-aprendizagem.....  | 27     |
| 3.4. O papel do professor e as nTICs .....  | 32     |
| 3.5. O material didático para ensino mediado por computador .....                 | 35     |
| 3.6. Ambientes educativos na <i>WEB</i> .....                                     | 39     |
| 3.7. Utilização de simuladores no ensino.....                                     | 42     |
| 4. MATERIAL E MÉTODO .....  | 49     |

|  | Página |
|--|--------|
| 4.1. Organização dos conteúdos e produção de material .....          | 49     |
| 4.2. Aulas práticas .....  | 50     |
| 4.3. Processo de avaliação.....                                      | 52     |
| 4.4. Sujeitos da pesquisa .....                                      | 53     |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                      | 54     |
| 5.1. Estruturação da disciplina no PVANet e material produzido ..... | 54     |
| 5.2. Avaliações .....  | 71     |
| 5.2.1. Apresentação e organização da disciplina na Plataforma PVANet | 71     |
| 5.2.2. Avaliação das apresentações (Módulos dos Capítulos) .....     | 81     |
| 5.2.3. Avaliação das aulas práticas/ambientes interativos .....      | 84     |
| 5.3. Análise do resultado dos diferentes públicos .....              | 96     |
| 5.4. Sugestões propostas pelos avaliadores.....                      | 99     |
| 6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....                           | 101    |
| 7. REFERÊNCIAS .....   | 105    |
| ANEXOS .....   | 110    |
| 8. ANEXOS .....  | 111    |
| 8.1. Questionários para avaliação da disciplina .....                | 111    |
| 8.2. Tabelas com resultados dos questionários .....                  | 125    |

## LISTA DE TABELAS

|  | Página |
|--|--------|
| 1. Abordagem tradicional x Abordagem interativa.....   | 26     |
| 2. Respostas dos avaliadores com relação aos benefícios na utilização do PVANet.....   | 72     |
| 3. Respostas dos alunos com relação à atratividade do ambiente virtual.....  | 76     |
| 4. Sugestões apresentadas pelos avaliadores para modificações no ambiente PVANet .....   | 79     |
| 5. Respostas dos avaliadores à questão “o <i>design</i> das apresentações é satisfatório?” .....   | 82     |
| 6. Sugestões dos avaliadores para alterações das apresentações (módulos) .   | 82     |
| 7. Respostas dos avaliadores quanto à “estruturação das aulas contendo experimentos simulados, exercícios e testes <i>on-line</i> era satisfatória?” ..... | 84     |
| 8. Respostas dos avaliadores quanto ao <i>design</i> das aulas práticas: “O <i>design</i> das aulas práticas é satisfatório?” .....                        | 85     |
| 9. Respostas dos avaliadores à questão: “As simulações facilitam a compreensão dos processos bioquímicos tratados na disciplina?” .....                    | 88     |
| 10. Sugestões dos avaliadores para modificação das aulas ráticas/simulações .....  | 89     |

## LISTA DE FIGURAS

|   | Página |
|---|--------|
| 1. Página de acesso do ambiente virtual de aprendizado PVANet .....                         | 4      |
| 2. Comparação entre as evoluções dos processos produtivo e educacional..                    | 11     |
| 3. Ensino com tecnologia .....  | 18     |
| 4. Estilos definidos por Kolb.....  | 29     |
| 5. O ciclo de ensino-aprendizagem POCE.....   | 30     |
| 6. A tecnologia criando acesso direto ao conhecimento, segundo Belhot,<br>2005.....         | 33     |
| 7. Etapas para a criação de material didático para a <i>Web</i> .....                       | 37     |
| 8. Tela inicial do Fortran: linguagem para execução dos cálculos .....                      | 51     |
| 9. Exemplo de resultados apresentados pelo Programa <i>Fortran</i> .....                    | 51     |
| 10. Interface do Programa <i>Flash</i> .....  | 52     |
| 11. Página inicial da disciplina <i>Cinética de Processos Bioquímicos</i> no<br>PVANet..... | 55     |
| 12. Tópico <i>Sala de Aula</i> .....  | 56     |
| 13. <i>Slide</i> presente em módulo da disciplina.....                                      | 56     |
| 14. Ferramenta Biblioteca .....   | 57     |

|  | Página |
|--|--------|
| 15. Perguntas e respostas .....  | 58     |
| 16. Tópicos Testes no PVANet.....  | 58     |
| 17. Tópico Aulas Práticas .....  | 59     |
| 18. Interface da prática IV: simulação de reatores ideais.....   | 61     |
| 19. Prática IV: exemplo de resultado da simulação .....  | 61     |
| 20. Teste <i>on-line</i> .....   | 62     |
| 21. Prática VI: simulação do crescimento celular em um reator tipo<br>batelada .....   | 63     |
| 22. Prática VI: resultados da simulação .....  | 63     |
| 23. Prática VII: simulação biorreator CSTR.....  | 64     |
| 24. Prática VII: gráficos gerados pela simulação.....  | 65     |
| 25. Teste de aula prática VII.....   | 65     |
| 26. Prática VIII: biorreator CSTR.....   | 66     |
| 27. Biorreator com célula afetada pela concentração de substrato .....   | 67     |
| 28. Biorreator com células múltiplas. ....   | 67     |
| 29. Resultados da simulação: biorreator com célula afetada pela<br>concentração de substrato em baixas e altas concentrações ..... | 68     |
| 30. Resultados do biorreator com células múltiplas.....  | 68     |
| 31. Prática X: simulação de reação enzimática.....   | 69     |
| 32. Resultados da simulação de reação enzimática.....  | 70     |
| 33. Simulação reator CSTR com enzimas imobilizadas .....   | 70     |
| 34. Benefícios apontados pelos avaliadores com relação à utilização de<br>materiais didáticos mediados pelo PVANet.....            | 73     |
| 35. Resultados à pergunta: o número de ferramentas do PVANet é<br>satisfatório? .....  | 75     |
| 36. Avaliação dos alunos com relação ao conteúdo: “Eram claros?” .....   | 77     |

|  | Página |
|--|--------|
| 37. Avaliação dos alunos sobre o conteúdo. “Eram suficientes para o aprendizado?”.....   | 78     |
| 38. Resultado geral: avaliação dos alunos sobre os exercícios disponibilizados na disciplina .....   | 79     |
| 39. <i>Slide</i> apresentado em um dos módulos da disciplina.....  | 81     |
| 40. Respostas dos avaliadores quanto ao questionamento “As simulações utilizadas em aula prática são motivadoras?” .....   | 86     |
| 41. Respostas dos avaliadores à pergunta: “As simulações são de fácil utilização pelo aluno?” .....  | 87     |
| 42. Frequência das respostas dos avaliadores à pergunta “A observação dos resultados das simulações em gráficos permite uma maior fixação dos conceitos tratados na disciplina?” .....             | 89     |
| 43. Respostas dos avaliadores à pergunta: “Como você avalia o efeito das alterações nas aulas práticas para seu rendimento na disciplina? .....  | 91     |
| 44. Frequência de respostas dos ex-alunos à pergunta: “Qual a sua avaliação a respeito do efeito das simulações na formação do profissional da área de alimentos?” .....                           | 91     |
| 45. Respostas dos ex-alunos à pergunta: “Como você avalia o novo formato da disciplina comparado com o formato quando você cursou?” .....  | 92     |
| 46. Respostas dos profissionais da área de processos bioquímicos com relação à influência da utilização de simulações para ensino .....  | 93     |
| 47. Respostas do grupo presencial à questão: “Como você avalia o aproveitamento da disciplina para sua formação?”.....   | 97     |
| 48. Frequência de respostas dos alunos semipresenciais com relação à questão: “As aulas práticas são apresentadas de forma suficientemente clara para a execução no formato semipresencial?” ..... | 98     |

## RESUMO

CORRADI, Bruno de Sousa, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2009.  
**Avaliação de novas tecnologias da informação e da comunicação no processo ensino-aprendizagem em uma disciplina experimental da UFV.** Orientador: Frederico José Vieira Passos. Coorientadores: Ismael Maciel de Mancilha e Flávia Maria Lopes Passos.

Este estudo teve por objetivo principal a re-estruturação da disciplina *Cinética de Processos Bioquímicos*, especialmente a concepção, produção, disponibilização e avaliação de simuladores, representando experimentos práticos. Essa intervenção na disciplina surgiu da possibilidade de introdução de novas tecnologias da informação e comunicação no ensino, na tentativa de facilitar o processo ensino-aprendizagem. A disciplina *Cinética de Processos Bioquímicos* encontra-se abrigada no ambiente virtual de aprendizagem da universidade, o PVANet. Com o avanço constante das tecnologias de informação e comunicação e dos softwares auxiliares de ensino, observou-se a necessidade de mudanças no conteúdo da disciplina, na tentativa de adequá-lo à realidade vivida pelos estudantes, em um contexto cada vez mais dominado por tecnologias, computadores e *WEB*. A re-estruturação da disciplina no PVANet contou com a revisão de conteúdos, com a organização das ferramentas disponibilizadas pelo ambiente virtual e, principalmente, com a produção de aulas práticas contendo experimentos simulados. Nesse conteúdo, as simulações permitiram a realização de elevado número de testes

de hipóteses em curto período de tempo, impossível de serem realizadas em laboratório convencional. Diferentes grupos participaram da avaliação das alterações realizadas na disciplina: alunos regularmente matriculados na matéria, ex-alunos e profissionais ligados à área de processos bioquímicos. Em geral, os resultados indicaram disposição e entusiasmo do público avaliado com a educação auxiliada por recursos mediados pelo computador, fato demonstrado pelas elevadas notas e pelas sugestões de modificações nos recursos usados na disciplina.

## ABSTRACT

CORRADI, Bruno de Sousa, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, June of 2009.  
**Evaluation of new information and communication technologies in the teaching-learning process in an experimental course of the UFV.** Adviser: Frederico José Vieira Passos. Co-Advisers: Ismael Maciel de Mancilha and Flávia Maria Lopes Passos.

The main objective of the present study is the re-structuring of the course *Kinetics of Biochemical Processes*, mainly the conception, production, availability and evaluation of simulators, representing practical experiments. The changes made in the course were due to the possibility of introducing new information and communication technologies to the teaching activity, in order to make the teaching-learning process easier. The course *Kinetics of Biochemical Processes* occupies a virtual environment for learning at the university, the PVANet. With the constant improvement of the information and communication technologies and the software systems conceived to help the teaching practice, it was observed a need for changes in the no content of the course, in an attempt to adjust it to the real needs of students, in a context increasingly dominated by technologies, computers and the *WEB*. The re-structuring of the course in the PVANet required a review of its contents, with the organization of tools made available in the virtual environment and, mainly, with the production of practical classes with simulated experiments. In this content, the simulations allowed the performance of many hypothesis tests in a short time, which would not be possible in a conventional laboratory. Different groups took part in the

evaluation of the changes carried out in the course: students regularly enrolled in the course, ex-students and professionals of the area of biochemical processes. In general, the results indicated that the public evaluated presented enthusiasm with education helped by computer resources, which is demonstrated by the high grades and suggestions of changes in the resources used in the course.

## **1. INTRODUÇÃO**

O método de ensino normalmente adotado pelas escolas não valoriza as características individuais dos estudantes. O processo ensino-aprendizagem ocorre de modo unilateral, ou seja: os professores são os “donos do saber” e os estudantes são personagens passivo-receptivos. Esse modelo de transmissão de conteúdo se mostra inadequado e apresenta muitas limitações para a preparação dos profissionais que estão inseridos em um contexto em que conhecimentos científicos e tecnológicos evoluem com elevada rapidez. Exige-se, hoje, um profissional versátil, que deve ser formado com metodologias inovadoras que proporcionam ensino individualizado e autônomo, estimulando atividades cooperativas e colaborativas.

Novas estratégias de ensino podem ser favorecidas pela inserção das novas tecnologias de informação e comunicação (nTICs). A utilização de recursos tecnológicos na educação, se utilizada de forma adequada, pode promover relação mais dinâmica, não linear, flexível e autônoma do estudante diante do processo de ensino-aprendizagem. E, assim, o computador pode ter papel importante na reestruturação dos processos de ensino e aprendizagem, utilizando métodos atrativos, como as simulações e animações. Sua utilização de maneira correta e equilibrada quebra limitações de tempo e espaço, ampliando o ambiente de ensino.

Uma possível vantagem da utilização de nTICs é a possibilidade da aprendizagem individualizada. O computador e a internet possibilitam o contato com uma diversidade de conteúdos e mídias, e, assim, o estudante pode ter autonomia para buscar a informação e construir seu próprio conhecimento, na sua própria

velocidade. Ele pode transpor o papel passivo de escutar, ler e repetir os ensinamentos do professor para se tornar criativo, crítico, pesquisador e atuante, capaz de produzir conhecimento, que é o recurso mais crítico para o desenvolvimento social e econômico.

Apesar de o estudante ter autonomia perante a aprendizagem, o professor não perde importância. Ele deve assumir o papel de orientador, direcionando os estudantes, selecionando atividades que favoreçam o aprendizado e avaliando a eficácia dos métodos utilizados. Professores e estudantes devem trabalhar juntos, buscando, em parceria, um processo de auto-organização e cooperação para acessar a informação, analisar, refletir e construir o conhecimento, rompendo barreiras dentro da sala de aula e criando possibilidades de encontros presenciais e virtuais que os levem a acessar as informações disponibilizadas no universo da sociedade do conhecimento.

Os ambientes virtuais de aprendizado constituem importante ferramenta a ser explorada por professores e estudantes no ensino mediado por tecnologias. Os ambientes virtuais, explorados de forma adequada, podem ser suportes para as disciplinas presenciais, auxiliando o professor em sala de aula ou na pesquisa e na realização de tarefas fora do ambiente escolar. Diversas ferramentas que facilitam a aprendizagem podem ser incorporadas aos ambientes virtuais, como agenda e calendário de atividades, textos para leitura, guias de estudo, testes, bibliotecas virtuais, ambientes de bate-papo, narrações, filmes, simulações etc. Nesse tipo de ambiente, estudantes podem ser estimulados a explorar o material didático disponibilizado e a interagir com o professor e entre si.

Nas atividades fora da sala de aula, para que as novas tecnologias sejam eficazes os materiais didáticos devem apresentar algumas características além de bom conteúdo. É importante que os materiais sejam bem apresentáveis e autoexplicativos, com ramificações como links, textos de apoio, glossário e atividades, para suprir a disponibilidade imediata do professor. Textos estáticos que não possibilitam interatividade não são interessantes. Um material de qualidade é aquele que instiga a pesquisa, trocas e trabalho conjunto.

Uma possível alternativa para o ensino de engenharia é a utilização de ferramentas interativas – simuladores, sobretudo em disciplinas que envolvam sistemas complexos e dinâmicos, pois esses materiais podem facilitar o processo de entendimento de determinado comportamento físico ou biológico. Uma grande

vantagem apresentada quando se utilizam simulações são a efetiva participação do usuário e a possibilidade de interferir no seu poder de imaginação, em especial quando imagens são utilizadas.

Deve-se ter em mente que o computador é apenas um meio auxiliar no processo e que o uso da internet e de nTICs não significará, necessariamente, uma melhoria no processo de ensino-aprendizado. Um projeto pedagógico que sustente todo o processo de estruturação do ensino é fundamental para que se alcance, com os recursos tecnológicos utilizados, o máximo de seu potencial para aprimorar o processo pedagógico, visando à obtenção de melhores resultados no processo de ensino-aprendizagem.

Segundo Valente (2005), o uso de tecnologias e sua ampla gama de recursos não necessariamente auxiliam o processo ensino-aprendizagem. O estudante pode estar exposto a altas tecnologias, porém o conhecimento usado nas atividades pode ser o mesmo que o exigido em outra atividade bastante simples. O produto pode ser sofisticado, mas não efetivo na construção de novos conhecimentos.

Outro ponto a ser considerado é a figura do professor diante das nTICs. Só um professor com elevado nível de formação e conhecimento dos seus estudantes pode dar tratamento individualizado e diferenciado aos recursos de multimídia. Assim, esses recursos não podem ser vistos como ameaça ao professor e, sim, usados para enriquecer o processo educacional e não como artefato para a substituição do professor. Os ambientes de multimídia, por mais completos que sejam, não irão responder a todos os questionamentos dos estudantes. Além disso, na construção do conhecimento o debate é, na maioria das vezes, indispensável, e o professor deve fazer parte dele.

É nesse contexto que surgiu a proposta deste trabalho: a produção, incorporação e avaliação de ferramentas de simulação interativas como material didático da disciplina *Cinética de Processos Bioquímicos*. Esta matéria é oferecida como obrigatória a estudantes do oitavo período do Curso de Engenharia de Alimentos e optativa a discentes do Curso de Bioquímica e Engenharia Ambiental.

### **1.1. O objeto da pesquisa**

As pesquisas com a disciplina *Cinética de Processos Bioquímicos* se iniciaram em 2003 com a dissertação da acadêmica Daniela Arquete (ARQUETE, 2003). Nesse trabalho foi construída a primeira versão do ambiente virtual PVANet,

que passou a ser utilizado como suporte para as disciplinas da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

O ambiente possui inúmeras ferramentas, que permitem desde a organização e gerenciamento total de disciplinas e cursos até o controle de acessos pelos usuários. A atual versão do ambiente foi desenvolvida em linguagem PHP e conta com as seguintes ferramentas de comunicação: sistema para disponibilizar conteúdo nos mais diferentes formatos (pdf, doc, ppt, xls, swf, html, endereço URL, editor de texto), sistema de e-mail, sala de bate-papo, fórum, perguntas e respostas, agenda e notícias, além do sistema de avaliação. Além disso, a arquitetura do PVANet (Figura 1) permite espaço próprio para cada disciplina. Desde a sua concepção inicial, o sistema encontra-se em constante aperfeiçoamento e desenvolvimento de novas ferramentas, oferecendo mais recursos e facilidades para sua utilização por professores e estudantes.



Figura 1 – Página de acesso do ambiente virtual de aprendizagem PVANet.

O primeiro material de TAL 416 disponibilizado na Internet, via PVANet, contava com texto em pdf para leitura e, ou, impressão, apresentações em PowerPoint representando o resumo de cada uma das aulas teóricas, biblioteca virtual com artigos científicos e *links* de interesse, além das ferramentas interativas do ambiente (ARQUETE, 2003).

No mesmo trabalho, Arquete (2003) propôs e avaliou a disciplina *Cinética de Processos Bioquímicos* oferecida na modalidade semipresencial, além do tradicional método presencial, e, desde então, a disciplina *Cinética de Processos Bioquímicos* está abrigada no PVANet, sendo disponibilizada nos dois formatos: presencial e semipresencial. Na primeira versão em que foi oferecida, na modalidade semipresencial, seguiu-se a Resolução 02/2002/CEPE. Essa resolução foi substituída pela Resolução 02/2008/CEPE, que define, na UFV, o oferecimento de disciplina semipresencial para cursos presenciais. No formato semipresencial, os estudantes não assistem às aulas teóricas nem executam as tarefas práticas sem o acompanhamento do professor. Para o debate de dúvidas relacionadas com o conteúdo, a resolução determina a realização de uma reunião semanal, com presença facultativa para dos estudantes. E aqueles que participam da modalidade presencial devem assistir às aulas teóricas, 2 h aula/semana, e as atividades práticas, 2 h aula/semana, em laboratório de computação. Também de acordo com a resolução, o sistema de avaliação é idêntico nas duas modalidades.

No decorrer dos anos seguintes, o ambiente foi reformulado com a inclusão de novas ferramentas, como o “mensageiro”, que permite a comunicação entre os usuários que se encontram *online* e o ambiente para “entrega de trabalhos”. A partir do estudo desenvolvido por Arquete (2003), das mudanças no ambiente PVANet e do avanço das técnicas de produção de material didático na Coordenadoria de Educação Aberta e a Distância (CEAD) da UFV, surgiu o interesse em dar continuidade ao processo de avaliação da associação das Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (nTICs) e do ambiente virtual PVANet, no processo ensino-aprendizagem. Novamente, escolheu-se como objeto de estudo a disciplina *Cinética de Processos Bioquímicos*.

Nessa pesquisa foi proposta a re-estruturação da disciplina, que continuou sendo oferecida nas modalidades presencial e semipresencial. Essa re-estruturação contou com a modificação das aulas práticas, utilizando simulações interativas, com os objetivos de despertar maior interesse dos estudantes pelo conteúdo e facilitar a discussão de assuntos complexos abordados na disciplina. Além disso, avaliou-se a narração de apresentações, bem como o ambiente num contexto geral.

O tema *Cinética de Processos Bioquímicos* sempre foi tratado como tópicos de algumas das disciplinas do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Em 1996 foi incorporada no currículo do curso a

disciplina TAL 416 – *Cinética de Processos Bioquímicos*. A disciplina, obrigatória para o Curso de Engenharia de Alimentos e optativa para Engenharia Ambiental e Bioquímica, é oferecida a cada segundo semestre letivo, com duas horas-aula teóricas e duas horas-aula práticas semanais, sendo estas últimas ministradas no Laboratório de Informática.

A disciplina Cinética de Processos Bioquímicos está dividida em quatro tópicos:

- Cinética de reações químicas.
- Reatores ideais.
- Fermentadores.
- Cinética de reações enzimáticas e sistemas dinâmicas, importantes nas transformações biológicas.

Esses tópicos, na sua maioria envolvendo soluções não analíticas e não lineares, são tratados utilizando soluções numéricas de equações diferenciais. Os sistemas tratados na disciplina e descritos matematicamente envolvem apenas equações diferenciais ordinárias.

O objetivo principal do ensino de cinética de processos bioquímicos é a introdução de algumas das técnicas necessárias para a solução de problemas envolvendo sistemas biológicos. Este estudo surgiu da necessidade de dimensionar, modificar e otimizar tais sistemas, os quais são, na sua maioria, complexos e estruturados, mas algumas vezes possíveis de serem matematicamente descritos. Células vivas podem ser estudadas e os processos para usá-las, planejados racionalmente em escalas comerciais. Esse é o trabalho do engenheiro envolvido com processos bioquímicos.

Muitas são as transformações que ocorrem nos alimentos, podendo ser desejáveis ou não. O conhecimento dessas transformações é necessário para que permita seu controle. Podem-se citar diversas alterações importantes como 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 temperatura, luz e outras radiações, presença ou ausência de oxigênio, umidade, presença de enzimas e, em especial, o tempo ou a cinética das transformações.

A *Cinética de Processos Bioquímicos* tem importância reconhecida na formação e atuação profissional do Engenheiro de Alimentos, mas ao longo do oferecimento da disciplina tem sido identificado certo nível de dificuldade, por parte dos estudantes, no entendimento dos processos descritos e das soluções dos problemas apresentados, provavelmente devido à combinação da matemática aplicada com fenômenos físico-químicos e biológicos. Nesse sentido, as simulações e animações com a apresentação de resultados gráficos podem, se bem projetadas, se tornar importantes ferramentas para facilitar o processo de entendimento dos sistemas estudados.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

O objetivo geral deste projeto foi avaliar a inserção de novas tecnologias da informação e comunicação (nTICs) como forma de tornar o ensino da disciplina TAL 416 – *Cinética de Processos Bioquímicos*, mais atrativo e estimulante para os estudantes, facilitando a compreensão dos processos complexos abordados na disciplina.

### **2.2. Objetivos específicos**

Para que o objetivo geral fosse alcançado, os seguintes passos foram seguidos:

- Reorganizar a disciplina TAL 416 na plataforma PVANet.
- Revisar os conteúdos utilizados na disciplina.
- Desenvolver aplicativos facilitadores do ensino, contendo simulações e animações.
- Avaliar as modificações nos conteúdos e apresentações disponibilizadas na disciplina.
- Avaliar a eficiência dos conteúdos e ferramentas no processo de ensino-aprendizagem utilizando diferentes públicos: estudantes que cursam a disciplina na modalidade presencial, estudantes do modelo semipresencial, ex-alunos e docentes da área de Cinética de Processos Bioquímicos.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Educação e novas tecnologias

As metáforas centrais da relação com o saber são hoje a navegação e o surfe, que implicam uma capacidade de enfrentar as ondas, redemoinhos, as correntes e os ventos contrários em uma extensão plana, sem fronteiras e em constante mudança. Em contrapartida, as velhas metáforas da pirâmide (escalar a pirâmide do saber) da escala ou do cursus (já totalmente traçado) trazem o cheiro das hierarquias imóveis de antigamente (LÉVY, 1999, p. 161).

O processo educacional vive um tempo revolucionário, manifestando-se claramente na aproximação entre educação e novas tecnologias da informação e comunicação (nTICs). Os especialistas avaliam e criticam os professores, que têm que se adaptar às exigências antes desconhecidas, e produtos, serviços, marcas, experiências e ilusões são oferecidos em um mercado educacional cada vez mais amplo e dinâmico (BRUNNER, 2004). Wankat (2002) afirmou que E-mail e a World Wide Web revolucionaram a maneira de se comunicar e obter informação, afetando diretamente a educação.

De acordo com Guerra (2000), impulsionadas por avanços recentes as tecnologias da informação e da comunicação estão sendo cada vez mais empregadas na educação. A uso dessas tecnologias possibilita a criação de um caminho alternativo que liga o estudante ao conhecimento, favorecendo o desenvolvimento de novos métodos e práticas de ensino-aprendizagem. Guerra (2000) ainda apontou que a Internet avança como o maior e mais democrático canal de disseminação da

informação, como a plataforma que potencializa e incentiva o trabalho cooperativo, como a vitrine global do *marketing* moderno, como a máquina do tempo que quebra a limitação espacial-temporal e como a sala mundial do relacionamento interpessoal, fatos que não podem ser ignorados pelas instituições de educação.

Para Almeida (2005), o advento das tecnologias de informação e comunicação (TIC), resultante da junção entre informática e telecomunicações, gerou novos desafios e oportunidades para a incorporação de tecnologias na escola em relação a diferentes formas de representação e comunicação de ideias. A característica de propiciar a interação e construção colaborativa de conhecimento da tecnologia de informação e comunicação evidenciou o potencial de incitar o desenvolvimento das habilidades de escrever, ler e interpretar textos e hipertextos.

No momento atual de frequentes inovações e modificações em que o mundo se encontra, Colenci (2000) julgou necessário interligar a educação com o processo de globalização e de constantes mudanças. É através da educação que os profissionais poderão acompanhar essas transformações. A informação está disponível em todos os lugares, seja através de jornais e revistas, seja pela Internet. O grande problema está em assimilar o conhecimento, tornando-o um corpo consistente e aplicável. Nas organizações já se fala há algum tempo em organização que tenha como princípio fundamental a aprendizagem.

Para Guerra (2000), o desenvolvimento atual dos computadores, com novos equipamentos de *hardware* e *software*, possibilitou a introdução da multimídia no mundo da informática, permitindo transformar o computador – que se apresentava como máquina cuja interface se expressava basicamente por meio de caracteres desenhados na tela – em uma máquina com comunicação muito mais próxima do mundo real, um mundo multimídia por natureza. O referido autor ressaltou que essa modernização é um dos fatores que podem facilitar a utilização do computador e as tecnologias de informação e comunicação no ensino, através da incorporação da multimídia na educação, proporcionando-lhe benefícios, como a melhoria do rendimento e da produtividade do processo de ensino-aprendizagem, o aumento do grau de satisfação do aluno, a melhoria dos sistemas de avaliação e o enriquecimento do conteúdo didático.

Segundo Mercado (2002), é importante que as escolas se insiram nesse contexto atual de inovações tecnológicas. O objetivo principal de introduzir novas tecnologias na escola é fazer coisas novas e pedagogicamente importantes que não se

podem realizar de outras maneiras. Esse autor destacou que o aprendiz, utilizando metodologias adequadas, poderá empregar essas técnicas na integração de matérias estanques. A escola passa a ser um lugar mais interessante que prepararia o estudante para o futuro. Dessa forma, a aprendizagem centra-se nas diferenças individuais e na capacitação dos estudantes para torná-los usuários independentes da informação, capazes de usar vários tipos de fontes de informação e meios de comunicação eletrônica.

Belhot (1997) fez uma comparação entre a evolução do processo produtivo e o processo de ensino-aprendizagem (Figura 2), destacando o ensino, hoje, como o ensino virtual, dominado pelas tecnologias, e necessitando de capacitação de docentes e valorizando as características individuais dos estudantes.

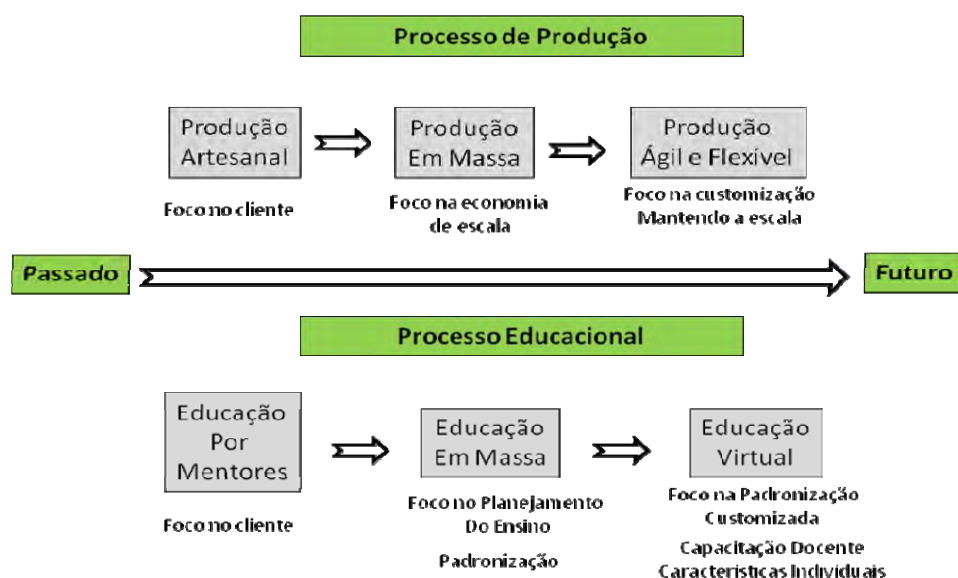


Figura 2 – Comparação entre as evoluções dos processos produtivo e educacional.  
Fonte: Adaptado de BELHOT, 1997.

Colenci (2000), analisando a comparação feita por Belhot (1997), afirmou que nos dias de hoje as indústrias buscam atuação voltada para as necessidades dos clientes, oferecendo-lhes produtos diferenciados e individualizados (customização), gerados em processos flexíveis, de modo a garantir o pleno atendimento com

qualidade, baixo custo e no tempo certo, o que pode ser entendido como Produção Enxuta.

Seguindo essa mesma orientação, Colenci (2000) destacou que é preciso analisar a educação através de um novo enfoque, que busque a melhoria da aprendizagem do aluno. Isso de modo a capacitá-lo efetivamente para as demandas individualizadas estabelecidas pelo mercado e de modo a formar um profissional divergente, analítico, construtivista, gerando respostas criativas nesse processo, num ritmo variável, com comportamentos flexível e igualitário e sendo capaz de trabalhar em equipe e ter iniciativa e liderança. Essas melhorias estão diretamente associadas à incorporação adequada de tecnologias no ensino, como destacou Belhot (1997): é a “Educação Virtual”.

Colenci (2000) enfatizou que nessa época de mudanças sociais a tecnologia está exercendo papel primordial no ensino. O ciclo de vida da tecnologia é cada vez mais curto e, por isso, cria dificuldades para o processo educacional, que passa a ter problemas para incorporá-las, pois elas ocorrem mais rapidamente que sua absorção pelo ambiente educacional. Em contrapartida, a valorização dos recursos humanos tem propiciado o surgimento de novos conceitos que ajudam a vencer as dificuldades atuais, como é o caso do aprendizado ativo e cooperativo, dos novos requisitos profissionais, como trabalho em equipe, criatividade, iniciativa e flexibilidade, que precisam ser incorporados à formação do engenheiro, para que se aprenda a “lidar com o novo” e não apenas reproduzir soluções conhecidas.

Como Arquete (2003) ressaltou, 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 estudantes. Dessa forma, a questão não é se será lançado mão de tecnologia para ensinar, mas quais tecnologias serão utilizadas e como serão exploradas. Porém, muitas vezes a introdução da tecnologia é vista com certo medo, mas, como afirmaram Pereira e Bazzo (1997), com “cautela, uma boa dose de reflexão de suas importâncias e, acima de tudo, uma contextualização das suas implicações” a tecnologia pode ser muito útil.

Mercado (2002) destacou que o reconhecimento de uma sociedade cada vez mais tecnológica deve ser acompanhado da conscientização da necessidade de incluir nos currículos escolares as habilidades e competências para lidar com as novas tecnologias. A Educação exige abordagem diferente, em que o componente tecnológico não pode ser ignorado. Os avanços tecnológicos em *hardware* e *software*

permitem a introdução de novas técnicas que podem enriquecer o processo ensino-aprendizagem.

Para Assis (2002), a compreensão do papel que as novas tecnologias, particularmente os recursos de multimídia, com seu caráter ativo e atrativo podem desempenhar no processo de ensino-aprendizagem passa pelo entendimento de como se dá tal processo, tanto segundo a abordagem tradicional, largamente empregada, quanto nas propostas baseadas em maior interação entre professores e alunos.

O que se observa é que novas formas de comunicação estão trazendo mudanças a algumas verdades estabelecidas, embora ainda se encontre a utilização de um meio relativamente novo, como a *Web*, sendo trabalhado de maneira tradicional, sem utilizar as particularidades e potencialidades das tecnologias digitais (BIAZUS, 2003).

De acordo com Almeida (2005), a utilização de tecnologias na escola e na sala de aula impulsiona a abertura desses espaços ao mundo e ao contexto sem, contudo, abandonar o universo de conhecimentos acumulados ao longo do desenvolvimento da humanidade. Tecnologias e conhecimentos integram-se para produzir novos conhecimentos que permitam compreender as problemáticas atuais e desenvolver projetos, em busca de alternativas para a transformação do cotidiano e a construção da cidadania.

Levy (1999) discutiu a influência da “cibercultura” na educação e afirmou que:

O ciberespaço suporta tecnologias intelectuais que amplificam, exteriorizam e modificam numerosas funções cognitivas humanas: memória (bancos de dados, hiperdocumentos, arquivos digitais de todos os tipos), imaginação (simulações), percepção (sensores digitais, telepresença, realidades virtuais), raciocínios (inteligência artificial, modelização de fenômenos complexos). Essas tecnologias intelectuais favorecem:

- novas formas de acesso à informação (...)
- novos estilos de raciocínio e conhecimento (...)

Como essas tecnologias intelectuais, sobretudo as memórias dinâmicas, são objetivadas em documentos digitais ou programas disponíveis na rede (...), podem ser compartilhadas entre numerosos indivíduos, e aumentam, portanto, o potencial de inteligência coletiva dos grupos humanos (LEVY, 1999, p. 157).

Segundo Moran *et al.* (2001), mudança qualitativa no processo ensino-aprendizagem acontece quando se conseguem integrar dentro de uma visão inovadora todas as tecnologias: as telemáticas, audiovisuais, textuais, orais, musicais,

lúdicas e corporais. Assim, os processos de comunicação são cada vez mais participativos. A relação professor-aluno torna-se mais aberta, interativa. Existe maior integração entre tecnologias e metodologias de trabalhar com o oral, a escrita e o audiovisual. As tecnologias novas são utilizadas como mediação facilitadora do processo de ensinar e aprender participativamente.

Especificamente, as novas tecnologias de multimídia têm o potencial de gerar uma nova forma de aprendizado, introduzindo uma nova dimensão ao ensino, posto que com o uso das novas tecnologias de informação e comunicação (nTICs), e particularmente por meio de recursos de multimídia, pode-se obter conhecimento tanto por meio da interatividade viabilizada, permitindo a simulação de análises, quanto também através da visualização de modelos, possibilitando a assimilação dos conceitos de maneira mais eficiente (ASSIS, 2002). As novas tecnologias possibilitam também o desenvolvimento de ambientes de aprendizado centrados na atividade dos estudantes, na importância da interação social e no desenvolvimento de um espírito de colaboração e de autonomia nos estudantes (MERCADO, 2002).

Almeida (2005) ressaltou que:

Descrever idéias com o uso das mídias digitais cria um movimento entre o escritor e o texto que os aproxima, criando vínculos que seduzem o leitor para ler, refletir, reescrever, atribuir significados, trocar informações e experiências, divulgar fatos do cotidiano, produzir histórias, criar hipertextos e desenvolver projetos (ALMEIDA, 2005).

Almeida (2005) ainda destacou que outros recursos tecnológicos também permitem o registro de ideias e de visões de mundo por meio da escrita. Porém, até o presente apenas a tecnologia de informação e comunicação tem como característica o fazer, rever e refazer contínuo, transformando o erro em algo que pode ser revisto e reformulado (depurado) instantaneamente para produzir novos saberes.

Segundo Guerra (2000), principal elemento tecnológico viabilizador das mudanças, o computador configura-se, hoje, como ferramenta potencialmente capacitada para iniciar e difundir novas experiências e ideias dentro da educação, visando à sua melhoria. Para esse autor, o computador e seus recursos possibilitam colocar os estudantes em uma posição ativa de descobridores e construtores do seu próprio conhecimento, em um ambiente de aprendizagem que respeita suas diferenças individuais, à medida que utiliza diferentes meios e formatos no

tratamento e apresentação da informação. Cria-se, assim, um clima favorável para o desenvolvimento de novas competências e talentos.

De acordo com Tavares *et al.* (2001), o uso de tecnologias como os sistemas de multimídia permitem ao usuário encontrar determinada informação no momento em que ela é necessária. Assim, o conhecimento não se mostra embalado e apresentado apenas de maneira linear bem definida como geralmente acontece dentro da sala de aula; pelo contrário, a informação pode ser disposta de maneira hierarquizada e livre. A introdução de 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 sendo 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).

Para McKeachie (2002), o aumento da tecnologia no ambiente de aprendizagem pode trazer efeitos positivos na motivação dos estudantes, aguçando fatores como curiosidade, inovação, controle, escolha pessoal e esforço dos estudantes.

Lévy (1999) destacou que com a inserção das nTICs no processo de ensino a distinção entre ensino presencial e ensino a distância se torna cada vez menos pertinente, já que o uso de redes de telecomunicações e dos suportes de multimídia interativos vem sendo integrado às formas mais clássicas de ensino.

Segundo Brunner (2004), as justificativas para o uso das nTICs são diversas: habilitar estudantes para o aproveitamento de instrumentos, que já estão operando na sociedade; potencializar a aprendizagem dos estudantes (aumentando a motivação, melhorando a capacidade de pensamento lógico e desenvolvendo as faculdades de aprendizagem autônoma e criativa); oferecer a docentes e alunos um meio de acesso a uma fonte inesgotável de informações; tornar as escolas mais efetivas e produtivas; facilitar a comunicação escola-comunidade; evitar ou minimizar a brecha digital entre os estudantes de diferentes classes sociais e buscar resolver os problemas antigos como cobertura, equidade, qualidade e pertinência da educação.

Para Mercado (2002), o salto de qualidade na educação utilizando novas tecnologias poderá se dar na forma de trabalhar o currículo e através da ação do professor, além de incentivar a utilização de novas tecnologias de ensino, estimulando pesquisas interdisciplinares adaptadas à realidade do país. Segundo o

autor, as tecnologias avançadas poderão ser empregadas para criar, experimentar e avaliar produtos educacionais, cujo alvo é avançar um novo paradigma da educação, adequado à sociedade da informação.

Para Valente (2005), existem dois aspectos que são relevantes na implantação de tecnologias na educação. Primeiro, o domínio do técnico e do pedagógico não deve acontecer separado do outro. “É irrealista pensar em primeiro ser um especialista em informática ou em mídia digital para depois tirar proveito desse conhecimento nas atividades pedagógicas (p. 23)”. O melhor é quando os conhecimentos técnicos e pedagógicos crescem juntos, simultaneamente, um demandando novas ideias do outro. O domínio das técnicas acontece por necessidades e exigências do pedagógico, e as novas possibilidades técnicas criam novas aberturas para o pedagógico, constituindo verdadeira espiral de aprendizagem ascendente na sua complexidade técnica e pedagógica.

Valente (2005) concluiu sua análise sobre as questões técnicas e pedagógicas da informática na educação, afirmando que os grandes desafios dessa área estão na combinação do técnico com o pedagógico e, essencialmente, na formação do professor para que ele saiba orientar e desafiar o aluno para que a atividade computacional contribua para a aquisição de novos conhecimentos. Nesse sentido, Moran *et al.* (2001) ressaltaram que é importante combinar o que se pode fazer de melhor em sala de aula, como se conhecer, motivar e reencontrar; e o que se pode fazer utilizando os recursos tecnológicos, comunicando-se quando necessário, acessando conteúdos na Internet na hora que o estudante achar conveniente, pesquisando.

Duas dimensões, limitações e exigências, representam alguns dos obstáculos a serem conhecidos e superados em um processo de inserção de qualquer tecnologia em um ambiente social. Essas dimensões representam variáveis de contorno para três questões: “quando”, “onde” e “como” utilizar o computador e novas tecnologias. Limitações e exigências representam problemas, dificuldades, mentalidades, posturas ou outros fatores que podem limitar a possibilidade de aplicação e influenciar a qualidade da utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem (GUERRA, 2000).

Para a introdução de novas tecnologias nas universidades, Martinez (2004) pontuou os fatores que devem ser levados em consideração para a elaboração de programas de incorporação dessas tecnologias:

- Equipagem das escolas.
- Aparelhamento dos espaços físicos.
- Aquisição de tecnologia.
- Operação e manutenção.
- Equidade no acesso às nTICs.

Guerra (2000) analisou a utilização dos computadores e as tecnologias da informação e comunicação no ensino, ressaltando que deve estar claro que a simples adição do computador não garante o sucesso da aprendizagem (ou do ensino), podendo, inclusive, amplificar os problemas e dificuldades existentes. Assim, seu uso na educação deve ser cuidadosamente planejado, visando a sua harmonia com estratégias, técnicas e métodos de ensino que aproveitem suas potencialidades. Portanto, além de conhecer os recursos existentes ou disponíveis, é importante saber das suas limitações e exigências relacionadas com a sua utilização.

De acordo com Belhot (2008), a revolução tecnológica impõe comportamentos diferenciados em relação ao uso da informação e de conhecimento no processo de ensino-aprendizagem. A tecnologia da comunicação favorece a inclusão de diversas atividades extraclasse, maior participação do estudante exigindo iniciativa e criatividade. Porém, não basta colocar os estudantes em contato com a Internet, é preciso prepará-los para isso, obter os recursos necessários, treinar professores, rediscutir conteúdos e técnicas de ensino, bem como o ensino em sala de aula.

Para Mercado (2002), as instituições educacionais enfrentam o desafio não apenas de incorporar novas tecnologias como conteúdos do ensino, mas também reconhecer a partir das concepções que os aprendizes têm sobre essas tecnologias para elaborar, desenvolver e avaliar práticas pedagógicas que promovam o desenvolvimento de uma disposição reflexiva sobre os conhecimentos e usos tecnológicos.

McKeachie (2002) destacou que o ensino com tecnologia envolve quatro principais componentes: o estudante, o instrutor, conteúdo do curso e as ferramentas tecnológicas. O exame de cada componente é muito importante para a integração, com sucesso, das tecnologias no ensino (Figura 3).

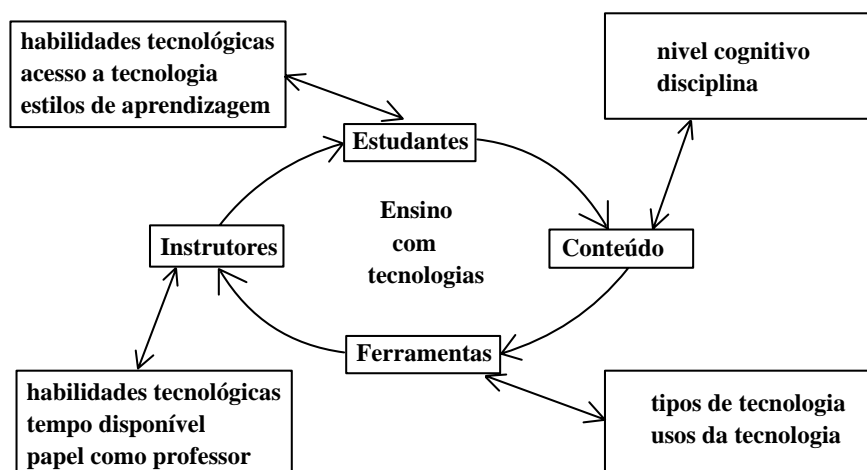


Figura 3 – Ensino com tecnologia.

Fonte: Adaptado de McKEACHIE, 2002, p. 207.

De acordo com Mercado (2002), as mudanças diante das novas tecnologias são muitas e passam pelo projeto pedagógico até a formação do professor:

Com as novas tecnologias, novas formas de aprender, novas competências são exigidas, novas formas de realizar o trabalho pedagógico são necessárias e fundamentalmente, é necessário formar continuamente o novo professor para atuar neste ambiente telemático, em que a tecnologia serve como mediador do processo ensino-aprendizagem. (MERCADO, 2002. p. 15).

Para a utilização dos recursos tecnológicos, é necessário atentar-se para os diferentes estilos de aprendizagem dos estudantes. Segundo Tavares *et al.* (2001), uma ferramenta poderosa de ensino para alcançar quase todos os estilos de aprendizagem é o uso de sistemas de multimídia, porque, como o próprio nome diz, permite o emprego das mais diferentes mídias (desde um simples texto até complexas animações representando batimentos cardíacos ou rotações de moléculas), além do fato de que duas ou mais mídias podem ser combinadas para se alcançar um efeito educacional mais apurado do que se pretende ensinar.

Para Wankat (2002), o uso de tecnologias em um curso é apropriado quando as tarefas executadas por elas são essenciais ao curso; quando as tarefas não podem ser bem executadas sem a tecnologia; e quando o uso desta é eficiente, isto é, se o custo adicional de capital e o uso de tecnologias nos laboratórios são razoáveis.

Moran *et al.* (2001) ressaltaram que alguns estudantes não aceitam facilmente a mudança na forma de aprender utilizando novas tecnologias. Eles estão acostumados a receber tudo pronto do professor e esperam que este continue “dando aula” como sinônimo de o professor falar e eles escutarem. Alguns professores criticam a utilização de novas tecnologias, pois acreditam que estariam “brincando” de dar aula.

Ainda de acordo com Moran *et al.* (2001), um dos problemas da Internet na educação é a facilidade de dispersão. Muitos alunos perdem-se nas inúmeras possibilidades de navegação, deixando-se arrastar para áreas de interesse pessoal, perdendo tempo com informações pouco significativas e ficando na periferia dos assuntos.

McKeackie (2002) destacou que é preciso considerar a experiência prévia do estudante com tecnologias, o acesso deles à tecnologia e a variedade dos estilos de aprendizagem, antes de se integrarem as ferramentas tecnológicas no ensino.

É preciso ressaltar, no entanto, que a utilização do computador é apenas um meio auxiliar de ensino e que o uso da Internet não significa necessariamente melhora no processo de ensino-aprendizado. É necessária a implantação de um projeto pedagógico que alicerce todo o processo de estruturação do curso em questão e que extraia, dos recursos tecnológicos utilizados, o máximo de seu potencial para aprimorar o processo pedagógico, visando à obtenção de melhores resultados no sistema ensino-aprendizagem (SOUZA, 2001; ARQUETE, 2003).

Valente (2005) destacou os cuidados que se deve ter ao utilizar recursos como os computadores no ensino. De acordo com esse autor, as facilidades técnicas oferecidas pelos computadores possibilitam a exploração de inúmeras ações pedagógicas, permitindo ampla diversidade de atividades que professores e alunos podem realizar. No entanto, essa ampla gama de atividades pode ou não estar contribuindo para o processo de construção de conhecimento. O estudante pode estar fazendo coisas fantásticas, porém o conhecimento usado nessas atividades pode ser o mesmo que o exigido em outra atividade menos espetacular. O produto pode ser sofisticado, mas não ser efetivo na construção de novos conhecimentos. A multimídia pode ter efeito atraente, mas ser vazia do ponto de vista de conteúdos relevantes ao tema. No entanto, o estudante pode estar acessando informação relevante e usando recursos poderosos de busca, e essa informação estar sendo trabalhada em uma situação fora do contexto da tecnologia, criando oportunidades de

processamento dessa informação e, por conseguinte, de construção de novos conhecimentos.

Como Martínez (2004) afirmou, a introdução de novas tecnologias no campo da educação não pode pretender resolver e acabar de uma vez por todas com os problemas educativos de sempre, mas introduzir melhorias no processo ensino-aprendizagem, proporcionando reforma educacional completa.

É necessário ter em mente que não se pretende substituir as tecnologias convencionais por novas tecnologias. O que se deve buscar é a complementação de ambos os tipos de tecnologias, a fim de tornar mais eficaz o processo ensino-aprendizagem, pois não há recurso que responda a todas as necessidades.

A respeito de tecnologias na educação, McKeachie (2002) concluiu que o sucesso da sua implantação requer considerações cuidadosas com: o conteúdo do curso; as capacidades das várias ferramentas tecnológicas; o acesso do estudante e sua habilidade com tecnologias; e com o papel do professor no processo de ensino-aprendizagem.

Um ponto destacado por Valente (2005) foi a navegação na *Web*. A Internet é ferramenta que está ficando cada vez mais interessante e criativa, possibilitando a exploração de um número incrível de assuntos. Porém, se o aprendiz não tem objetivo nessa navegação, ele pode ficar perdido, e a ideia de navegar pode mantê-lo ocupado por longo período de tempo, porém muito pouco pode ser realizado em termos de compreensão e transformação dos tópicos visitados para conhecimento. Se a informação obtida não é posta em uso, se ela não é trabalhada pelo professor não há maneira de se estar seguro de que o estudante compreendeu o que está fazendo. Nesse caso, cabe ao docente suprir essas situações para que a construção do conhecimento ocorra.

O outro fator que Valente (2005) ressaltou diz respeito à especificidade de cada tecnologia com relação às aplicações pedagógicas. O educador deve conhecer o que cada uma dessas facilidades tecnológicas tem a oferecer e como pode ser explorada em diferentes situações educacionais. A utilização de tv, computadores e suas diferentes aplicações dependerá do que se está estudando ou dos objetivos que o professor deseja atingir.

Segundo Moran *et al.* (2001), caminha-se hoje para um equilíbrio entre o presencial e o virtual, porém as dificuldades apresentadas no ensino presencial não serão solucionadas com as novas tecnologias e o ensino virtual:

Se nos olhando, estando juntos, temos problemas sérios não resolvidos no processo de ensino-aprendizagem, não será espalhando-nos e conectando-nos que vamos solucioná-los automaticamente (MORAN *et al.*, 2001. p. 57).

Para Moran *et al.* (2001), o caminho é a síntese dos dois modos de comunicação, ou seja: o presencial, na sala de aula; e o virtual, mediado pelas novas tecnologias da informação e comunicação, valorizando o melhor de cada um dos modos. É importante professor e aluno estarem juntos fisicamente para que os estudantes se conheçam e criem elos, confiança, afeto; e estarem conectados, realizando trocas mais rápidas, cômodas e práticas.

Atualmente, com a Internet a quantidade de informações de fácil acesso é enorme, porém não necessariamente é relevante e leva ao conhecimento adquirido. Saber filtrar e processar essas informações é primordial para o êxito dos estudantes. O computador e a Internet apresentam um dos mais eficientes recursos para a busca e acesso à informação.

Existem hoje sofisticados mecanismos de busca que permitem encontrar rapidamente a informação existente em banco de dados, em CD-ROM e, mesmo, na *Web*. Essa informação pode ser um fato isolado ou organizado na forma de um tutorial sobre determinado tópico disciplinar. Porém, somente ter a informação não significa que o aprendiz compreenda o que obteve.

Valente (2005) levantou importante questão: “O que significa conhecimento e como ele difere da informação?” Para esse autor, a informação deve ser tratada como os fatos, os dados que se encontram nas publicações, na Internet ou, mesmo, aquilo que as pessoas trocam entre si. Assim, as pessoas passam a intercambiar informação. O conhecimento é o que cada indivíduo constrói como produto do processamento, da interpretação, da compreensão da informação. É o significado que se atribui e se representa na mente sobre a realidade. É algo construído por cada um, muito próprio e impossível de ser passado – o que é passado é a informação que advém desse conhecimento, porém nunca o conhecimento em si.

Essas definições conduziram Valente (2005) a atribuir diferentes significados aos conceitos de ensino-aprendizagem – uma primeira definição para o conceito de ensino definida pela origem etimológica da palavra. Ensinar tem sua origem no latim, *ensignare*, que significa "colocar signos", e, portanto, pode ser compreendido como o ato de "depositar informação" no aprendiz – é a educação bancária, criticada

por Paulo Freire (1970). De acordo com essa concepção, o professor ensina quando passa a informação para o aluno, e este aprende porque memoriza e reproduz, fielmente, essa informação. Aprender está diretamente vinculado à memorização e reprodução da informação.

A outra interpretação apresentada por Valente (2005) para o conceito de aprender foi a de construir conhecimento. De acordo com essa definição, o aprendiz deve processar a informação que obtém interagindo com o mundo dos objetos e das pessoas. Na interação com o mundo, o aprendiz coloca-se diante de situações que devem ser resolvidos, e, para tanto, é necessário buscar certas informações. A aplicação da informação exige sua interpretação e seu processamento, o que implica a atribuição de significados de modo que a informação passe a ter sentido para aquele aprendiz. Assim, aprender significa apropriar-se da informação, segundo os conhecimentos que o aprendiz já possui e que estão sendo continuamente construídos. Ensinar deixa de ser o ato de transmitir informação, fugindo da definição de educação bancária criticada por Freire (1970), e passa a ser o de criar ambientes de aprendizagem para que o estudante possa interagir com uma variedade de situações e problemas, auxiliando-o em sua interpretação, para que consiga construir novos conhecimentos. Essa interpretação se aplica de forma muito mais consistente e efetiva para conceituar o “Aprender”.

Segundo Moran *et al.* (2001), a Internet possui um emaranhado de informações, e muitas vezes o estudante se perde nessa rede, perdendo tempo e não coletando as informações necessárias à pesquisa. Para esses autores, o conhecimento se dá ao filtrar, selecionar, comparar, avaliar, sintetizar e contextualizar os conteúdos que são mais relevantes e são mais significativos dentro de um universo enorme de informações disponíveis.

Guerra (2000) ressaltou as possibilidades geradas pelo uso do computador e da Internet no ensino. Segundo esse autor, a quantidade de informação disponibilizada na Internet é enorme, e qualquer pessoa que possua um mínimo dos recursos necessários pode acessá-la de qualquer lugar, a qualquer momento. E, apesar de existir um caminho considerável a ser percorrido entre a transformação da informação crua em informação processada (ou seja, conhecimento), esse fato já caracteriza nova relação do homem com a busca e domínio do conhecimento.

### **3.2. Metodologias de ensino: Abordagem tradicional x Abordagem interativa**

Na sociedade do conhecimento e da tecnologia, torna-se necessário repensar o papel da escola, mais especificamente as questões relacionadas ao ensino e à aprendizagem. O ensino organizado de forma fragmentada, que privilegia a memorização de definições e fatos, bem como as soluções padronizadas, não atende às exigências deste novo paradigma. O momento requer uma nova forma de pensar e agir para lidar com a rapidez e a abrangência de informações e com o dinamismo do conhecimento. Evidencia-se uma nova organização de tempo e espaço e uma grande diversidade de situações que exigem um posicionamento crítico e reflexivo do indivíduo para fazer suas escolhas e definir suas prioridades. Além disso, há o elemento inusitado com o qual deparamos nas várias situações do cotidiano, demandando o desenvolvimento de estratégias criativas e de novas aprendizagens (PRADO, 2005 p. 55).

O conhecimento experimentado nas últimas décadas é tão expressivo que nem o professor e tampouco o estudante são capazes de adquiri-lo ou gerenciá-lo nos moldes tradicionais. As práticas e métodos usados no ensino tradicional, quando confrontados com o cenário atual, parecem não estar em sintonia com as mudanças e transformações, principalmente quando considerada a explosão da informação e do conhecimento (GUERRA, 2000).

Para Colenci (2000), o modelo tradicional de transmissão-recepção já não é, em si, tão eficiente, uma vez que não desenvolve as habilidades essenciais requeridas de um profissional moderno, entre elas a aprendizagem contínua. Essa necessidade de aprendizagem contínua tem sido reforçada até mesmo pela frequência com que os profissionais têm mudado de atividade funcional ou, mesmo, de profissão. Esse fato também pode ser reforçado, se for levado em consideração que o conhecimento desenvolvido nos últimos anos superou praticamente todo o conhecimento anteriormente desenvolvido pela humanidade.

Atualmente, as universidades não têm conseguido, com a abordagem tradicional, garantir adaptação significativa, crítica, criativa e duradoura para os estudantes, para que sirva como instrumento de construção da cidadania e de transformação da realidade. A quantidade de novas informações que está sendo gerada e que foi gerada nas últimas décadas é muito grande, tornando-se cada vez mais difícil para o professor deter tanta informação para poder transmitir ao estudante todo esse conhecimento (SOUZA, 2001).

Fundamentada no estabelecimento do professor como detentor do conhecimento e relegando ao estudante a condição de depositário, a abordagem tradicional do processo ensino-aprendizagem constitui a plataforma adotada pela

maioria dos professores das instituições de ensino superior do Brasil. Nesse modelo, o professor concentra-se em apresentar, da forma mais clara e precisa possível, o conteúdo proposto, considerando trazer ao estudante todos os elementos importantes para a sua compreensão, tendo o aluno pouca participação no processo, uma vez que a participação é unilateral: de um lado o professor e do outro o estudante, mero receptor (ASSIS, 2002; ARQUETE, 2003).

Apesar de criticar o modelo tradicional, Valente (2005) fez importante afirmativa:

A distinção entre uma abordagem educacional que privilegia a transmissão de informação e uma abordagem que enfatiza o desenvolvimento de projetos e a construção de conhecimento coloca os educadores entre dois pólos que não podem ser vistos como antagônicos. Eles não podem ser extremistas no sentido de terem de optar exclusivamente por uma prática baseada na transmissão de informação ou na construção de conhecimento. O educador deve estar preparado e saber intervir no processo de aprendizagem do aluno, para que ele seja capaz de transformar as informações (transmitidas e/ou pesquisadas) em conhecimento, por meio de situações-problema, projetos e/ou outras atividades que envolva ações reflexivas. O importante é que haja um movimento entre essas duas abordagens pedagógicas de forma articulada, propiciando ao aluno oportunidades de construção do conhecimento (VALENTE, 2005. p. 24).

Apesar do surgimento de novos recursos tecnológicos de auxílio ao professor em sala de aula, a forma de ensinar não sofreu grandes mudanças. Disciplinas e cursos desatualizados privam o estudante de formação mais condizente com a nova realidade profissional (GUERRA, 2000).

É evidente que a abordagem tradicional, com suas sérias limitações, não fornece o profissional requerido na atualidade. Para procurar resolver os problemas do modelo tradicional, é necessário buscar novas metodologias capazes de revolucionar o ensino superior, através das quais o professor possa estabelecer as condições para que o aluno construa, por si mesmo, o seu conhecimento, assegurando aprendizado efetivo e duradouro (SOUZA, 2001). Tal relação entre o educador e o educando constitui a base da abordagem interativa.

Segundo Freire (1996), “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” (p. 4). Na abordagem interativa, o professor deixa de ser apenas o transmissor de informações e passa a desempenhar o papel de mediador da aprendizagem, orientando e fornecendo oportunidades para que o estudante seja o gestor de seu próprio conhecimento,

respeitando às individualidades, à medida que utiliza diferentes meios e formatos no tratamento e apresentação da informação.

O aluno assume posição mais ativa, reflexiva e criativa, sendo estimulado a buscar e 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.

Segundo Guerra (2000), as tecnologias da informação e da comunicação estão sendo cada vez mais empregadas na educação. A utilização dessas tecnologias possibilita a criação de um caminho alternativo que liga o estudante ao conhecimento, favorecendo o desenvolvimento de novos métodos e práticas de ensino-aprendizagem. Moran *et al.* (2001) destacaram que a Internet favorece a construção cooperativa, o trabalho conjunto entre professores e alunos, próximos física ou virtualmente. Pode-se participar de uma pesquisa em tempo real, de um projeto entre vários grupos, de investigação sobre um problema da atualidade, fatores que são fundamentais na abordagem interativa.

Para Bastos *et al.* (2005), é necessário tornar a tecnologia uma aliada, utilizando-se de novas estratégias e transformando o método tradicional de ensino que utilizava as “práticas bancárias”; que segundo Freire (1981) são práticas em que a escola se torna um ato de depositar, em que os educandos são os depositários e o educador o depositante; em um procedimento em que estejam envolvidas práticas colaborativas no processo de construção do conhecimento a partir da ação do sujeito, motivando o estudante e fugindo do ensino tradicional que rejeita novidades.

Ainda para Bastos *et al.* (2005), é necessária e urgente uma educação em que se superem essas práticas e se pense no processo de ensinar e aprender como prática para a liberdade, pois, quanto mais o sujeito está comprometido com as transformações, mais ele estará implicado em buscar o conhecimento.

A evolução constante da educação virtual vem conseguindo aproximação cada vez maior do estudante com o professor, com os outros estudantes e com os conteúdos, melhorando o processo ensino-aprendizagem.

Lucena e Fuks (2000) relataram que transformar o paradigma tradicional da educação em “fábrica de entretenimento”, no sentido de escolha individual da busca da informação necessária ao aprendizado, é a questão-chave da implantação de novas tecnologias de suporte à educação.

Para Belhot (1997), a substituição do modelo de ensino tradicional pelo modelo da aprendizagem interativa valoriza e estimula o que o aluno precisa aprender e não apenas o que o professor pode ensinar. Além disso, no novo modelo:

- A atividade de ensino, que no modelo tradicional é voltada para o professor, deverá ser mais interativa e voltada para o aluno.
- O professor mudará seu papel de narrador de fatos e especialista para o de colaborador, facilitador e até aprendiz.
- O aluno mudará seu papel de ouvinte passivo para o de colaborador ativo.
- O conhecimento será associado à capacidade de transformação da informação em novos comportamentos.
- O trabalho será voltado para o grupo, para o coletivo, e não mais para o individual.
- O conceito de quantidade será substituído pelo de qualidade.
- A tecnologia deverá ser tratada como um complemento ao currículo, evitando-se a veneração.

A Tabela 1 apresenta uma comparação entre o ensino tradicional e a abordagem interativa, apontando as diferenças significativas entre os dois métodos.

Tabela 1 – Abordagem tradicional x Abordagem interativa

| <b>Tradicional</b>                              | <b>Interativa</b>                                      |
|---|--|
| <b>Alunos</b>                                   |  |
| Homogêneos quanto à qualificação                | Heterogêneos quanto à qualificação                     |
| Lugar único de encontro                         | Estudam em casa, local de trabalho, universidade, etc. |
| Residência local                                | População dispersa ou não                              |
| Situação controlada/Aprendizagem dependente     | Situação livre/Aprendizagem independente               |
| A educação é atividade primária. Tempo integral | A educação é atividade secundária. Tempo parcial       |
| <b>Docentes</b>                                 |  |
| Fonte de conhecimento                           | Suporte e orientação da aprendizagem                   |
| Recurso insubstituível                          | Recurso parcialmente substituível                      |
| Juiz supremo da atuação do aluno                | Guia de atuação do aluno                               |

Fonte: Adaptada de SOUZA, 2001.

Segundo Guerra (2000), na busca de um novo paradigma para a educação em engenharia a tecnologia deverá ocupar papel de destaque, oferecendo contribuição efetiva e decisiva à medida que permitir quebrar as paredes e os muros das escolas, expandindo as fronteiras do conhecimento; favorecer a criação de novos meios de acesso e apresentação da informação; permitir novas posturas no ensino e na aprendizagem; e possibilitar novas formas de relacionamento entre as pessoas.

### **3.3. O processo ensino-aprendizagem**

A atividade de ensinar precede a aprendizagem, entendido isso como causa e efeito. No entanto, para que isso seja verdadeiro devem ser considerados muitos fatores, como: a questão dos estilos de aprendizagem, a identificação do ciclo de aprendizagem, a escolha das técnicas de ensino apropriadas e recursos instrucionais utilizados.

A incorporação de tecnologias como o computador e a Internet não consegue solucionar, por si só, os problemas encontrados no processo de ensino-aprendizagem tradicional. A inclusão desses recursos deve ser cuidadosa; entre outros fatores, devem ser levados em consideração os diferentes estilos de aprendizagem dos estudantes.

Segundo Belhot (2005), estilos de aprendizagem podem ser definidos como a maneira distinta e habitual de adquirir conhecimentos, habilidades e atitudes através do estudo ou da experiência. As pessoas têm diversas preferências de como aprender, e essas características acabam refletindo diferentes comportamentos no meio acadêmico e no ambiente profissional. Os estudantes respondem diferentemente a diferentes abordagens instrucionais e tomam decisões usando valores diferenciados. Entender os diferentes estilos de aprendizagem é um passo importante na direção de favorecer a individualidade e tirar proveito das habilidades e dos modos menos preferidos de aprender.

Belhot (2005) destacou que existem vários modelos que fazem a identificação das diversas dimensões dos estilos de aprendizagem, e cada modelo tem suas especificidades. Isso significa muitas possibilidades e, também, muitas dimensões similares que recebem nomes diferentes pelos estudiosos.

Felder e Soloman (1991) desenvolveram um modelo orientado para o processo de aprendizagem, diferenciando os estudantes com as seguintes dimensões:

- **Sensitivo/Intuitivo:** um aprendiz sensitivo tende a focar em informação sensorial (o que é visto, ouvido, tocado etc.), e um aprendiz intuitivo tende a focar em informação intuitiva (ideias, memórias, possibilidades).
- **Visual/Verbal:** a maior parte das pessoas prefere ou informação visual (aprendizes visuais), ou informação verbal (aprendizes verbais). Se a informação vem na sua forma preferida, é mais provável que você a incorpore; se vem nos dois modos, é ainda mais provável que você a incorpore.
- **Indutivo/Dedutivo:** indução é o modo natural de aprendizagem humana. Crianças não começam com axiomas e princípios, mas generalizam a partir de observações. Dedução é o estilo natural de ensino humano (pelo menos no ensino superior). Dedução a partir de princípios estabelecidos é um modo fácil e eficiente de ensinar algo desde que você o entenda.
- **Ativo/Reflexivo:** aprendizes ativos tendem a processar informações enquanto estão fazendo alguma coisa ativa (falando, mexendo), e aprendizes reflexivos tendem a processar introspectivamente.
- **Sequencial/Global:** aprendizes sequenciais aprendem um passo de cada vez, enquanto aprendizes globais aprendem em grandes e conectados aglomerados.

Segundo Felder e Brent (1999), desencontros entre os estilos de aprendizagem e os estilos de ensino podem gerar diferentes consequências, para alunos e professores. Muitos estudantes não conseguem aprender o que está sendo ensinado. Eles poderão, então: ficar entediados, desatentos e agitados em sala de aula; tirar notas baixas em provas; ficar desanimados com o curso, com o currículo e, ou, com eles mesmos; e mudar para outro curso ou abandonar a escola. Os professores observam notas baixas, estudantes que não participam ou classes hostis, baixa frequência, abandono – sabem que algo está errado. Eles poderão, então: ficar defensivos ou hostis; e questionar se estão na profissão certa.

Trabalhando com estudantes de engenharia, Kolb (1984) desenvolveu um modelo empírico que forneceu bases para a compreensão dos estilos de aprendizagem. Segundo o modelo, a aprendizagem pode ser entendida como um processo envolvendo duas dimensões: a **percepção da informação** e o

**processamento da informação.** O cruzamento dessas dimensões colocadas em eixos diferentes gerou quatro quadrantes que representavam as intersecções: sentir/observar; observar/pensar; pensar/fazer e fazer/sentir (Figura 4). A partir dessas possibilidades, foram definidos os tipos de estudantes e suas preferências: **divergente, assimilador, convergente e adaptador** (BELHOT, 2005).

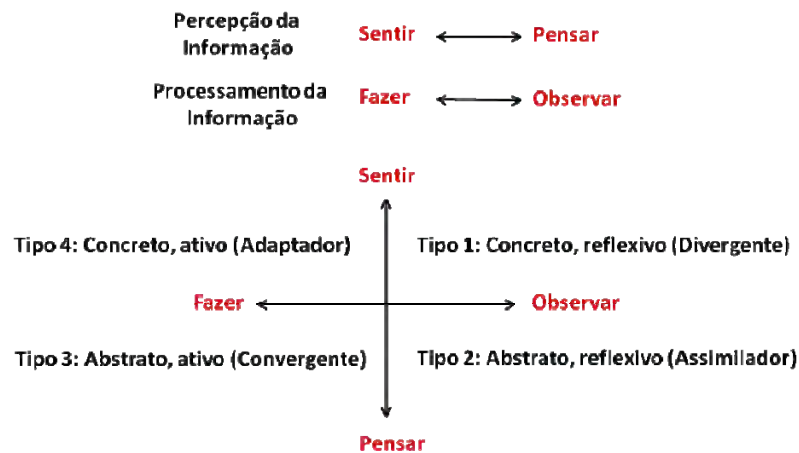


Figura 4 – Estilos definidos por Kolb.  
Fonte: Adaptado de BELHOT, 2005.

As características principais de todos os extremos dos dois eixos são apresentadas por Belhot (2005):

- Observar (observação reflexiva): observador ativo, fortes valores pessoais e estratégia de observação cuidadosa.
- Pensar (conceitualização abstrata): organização lógica e formal, valores pessoais secundários e estratégia de análise de ideias.
- Fazer (experiência ativa): trabalhar com o real e obter resultados práticos e estratégia de testar as situações.
- Sentir (experiência concreta): selecionar estímulos ambientais, valorizar o relacionamento interpessoal e estratégia de ser aberto, adaptar-se e envolver-se.

Para atingir todos os tipos de aprendizes, o professor deverá recorrer a diferentes estratégias e utilizar técnicas alternativas e compatíveis com cada uma das etapas.

Segundo Belhot (2001), a estrutura apresentada por Kolb tem propósito bem definido e pode ser utilizada para outras análises interessantes. Uma possibilidade é aproveitar os diferentes quadrantes e tipos de estudantes para associar técnicas e métodos de ensino que melhor se ajustem às características e preferências de cada estudante. Belhot (2001) destacou o **ciclo de ensino-aprendizagem (POCE)**, derivado dos quadrantes de Kolb. O ciclo é um processo estruturado, ordenado, onde cada passo depende da execução do procedimento anterior (Figura 5). A denominação POCE deriva das iniciais de cada passo: **P – Por Que, O – O Que, C – Como, E – E Se.**

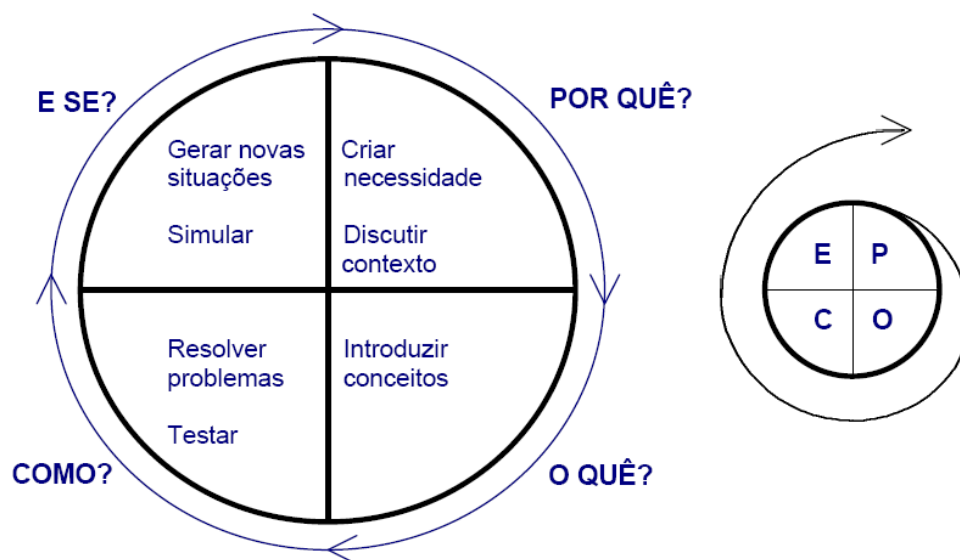


Figura 5 – O ciclo de ensino-aprendizagem POCE.  
Fonte: GUERRA, 2000, p.20.

Segundo Belhot (2001), na etapa “**Por Que**” devem ser apresentados aos estudantes o contexto e problemas decorrentes. É a fase de convencimento, em que se apresenta determinada realidade. Na etapa “**O Que**” são apresentados os conceitos necessários para modelar e analisar os problemas identificados anteriormente. Na fase “**Como**”, os conceitos são aplicados na solução de problemas bem estruturados, e na etapa “**E Se?**” se modifica a condição inicial dos parâmetros, criando novos problemas, sob novas restrições, exigindo novas abordagens de solução.

Ainda segundo Belhot (2001), o método de ensino representa a sistemática de trabalho a ser adotada pelo professor e pode envolver várias técnicas. Os métodos de ensino mais utilizados são: **exposição, tutoria, simulação e questionamento**. E as técnicas de ensino mais utilizadas, principalmente no ensino de engenharia, são aulas expositivas, projetos, seminários, estudos de caso e ensino de laboratório. O método e a técnica de ensino devem ser escolhidos de acordo com cada passo do ciclo.

De acordo com Guerra (2000), algumas atividades podem ser utilizadas nas diferentes fases do Ciclo:

- Fase 1 (“Por quê?”): relato de experiências/casos, discussão em grupo, discussão em classe.
- Fase 2 (“O quê?”): aulas expositivas, demonstrações realizadas pelo professor, problemas resolvidos pelo professor.
- Fase 3 (“Como?”): resolução de problemas pelos alunos, problemas para casa, laboratório dirigido.
- Fase 4 (“E se?”): problemas abertos, problemas formulados e resolvidos pelos alunos, laboratório.

O ciclo também pode ser usado para analisar o uso e a inserção do computador no ensino. Segundo Guerra (2000), o computador tem sido utilizado como ferramenta para a solução de problemas, o que corresponde ao seu emprego na fase “Como?” do Ciclo. Também tem sido utilizado nos casos que exigem a análise de situações novas ou variações nas condições dos parâmetros do problema e da solução, o que corresponde ao seu emprego na fase “E se?”.

Os recentes avanços tecnológicos nas áreas de *hardware* e *software* e o aparecimento e disseminação de recursos como o CD-ROM, o hipertexto, a multimídia e a hipermídia, entre outros, permitiram transformar o computador em um novo meio de acesso à informação e ao conhecimento, o que significa sua introdução em uma nova fase do Ciclo de Aprendizagem: a fase “O quê?”, ou seja, no aspecto conceitual do ensino (GUERRA, 2000).

Como exemplo, Guerra citou o desenvolvimento e a aplicação de novos *softwares* de simulação. Esses *softwares* também estão contribuindo, de forma significativa, para a aplicação da simulação dentro de uma abordagem construtivista, bem como permitindo o ensino e aprendizagem de novos conceitos e teorias, representando, assim, a abordagem também da fase “O quê?”.

Dessa forma, percebe-se a necessidade de combinar o ciclo de ensino-aprendizagem com o emprego de novas tecnologias, de forma a atender aos estudantes da melhor maneira, estimulando-os e obtendo melhores resultados no processo ensino-aprendizagem.

### **3.4. O papel do professor e as nTICs**

Moran *et al.* (2001) refletiram sobre o papel do professor diante das novas tecnologias, destacando as mudanças necessárias na atuação do docente:

- Altera a relação de espaço, tempo e comunicação com os alunos.
- O espaço de trocas aumenta da sala de aula para o virtual.
- O tempo de enviar ou receber informações se amplia para qualquer dia da semana.
- O processo de comunicação se dá na sala de aula, na Internet, no *chat*.

Moran et al. (2001) ainda destacaram que o papel do professor em combinar alguns momentos do professor convencional – às vezes é importante dar uma bela aula expositiva – com mais momentos de gerente de pesquisa, de estimulador de busca, de coordenador dos resultados. É um papel de animação e coordenação muito mais flexível e constante, que exige muita atenção, sensibilidade, intuição (radar ligado) e domínio tecnológico.

As nTICs exigem também uma nova postura dos professores. Para Pereira e Bazzo (1997), esse novo comportamento começa com a mudança do paradigma dominante entre os professores que afirmam que o ensino de engenharia é efetivo e que não precisa ser alterado, responsabilizando os estudantes pelos problemas enfrentados no ensino e que, para melhorá-lo, bastam que os estudantes se empenhem mais, que a seleção seja mais rigorosa e as avaliações mais rígidas. Ainda de acordo com esses autores, existe forte tendência entre os professores de transferir a responsabilidade para os estudantes ou para deficiências materiais, quando são observados problemas na aprendizagem. É preciso reconhecer a necessidade de mudanças, e a necessidade da incorporação das nTICs, para transformar a falta de motivação dos alunos em aulas cansativas de transferência unilateral de conhecimento, para um ensino mais atraente.

Para Belhot (2005), a tecnologia provoca mudanças na relação professor-aluno e no modelo formal difundido entre as escolas. O professor deixa de ser o

único elo com o conhecimento, e a tecnologia gera outra forma de acesso às informações, como mostrado na Figura 6.

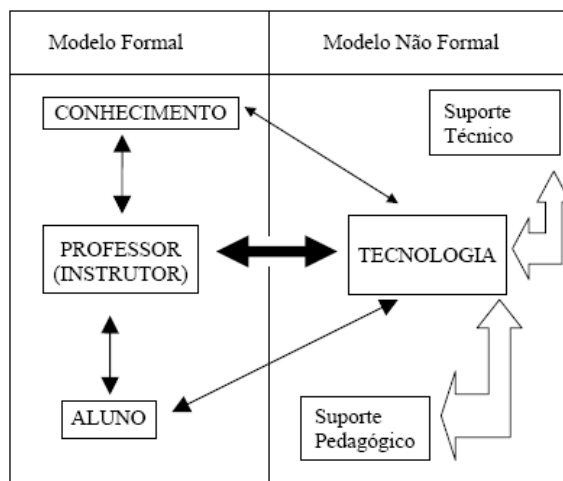


Figura 6 – A tecnologia criando acesso direto ao conhecimento, segundo Belhot, 2005.

Gil (2005) apontou que um dos desafios atuais do professor é a utilização de novas tecnologias, exigindo do educando a capacidade de trabalhar com editores de texto e de explorar as potencialidades didáticas dos programas em relação aos objetivos do ensino e um profissional que seja capaz de se comunicar a distância por meio da Internet e de outras tecnologias.

Para Lucena e Fuks (2000), os professores devem estar preparados para trabalhar como facilitadores, tutores e, até mesmo, como provocadores de participação. Nesse novo contexto de inserção de tecnologias na educação, os papéis dos educadores se alteram, e, comparando com o mundo empresarial, o professor deixa de ser o gerente para se tornar o líder.

Para que os professores se adequem a essa nova ordem da educação, Martinez (2004) afirmou que o currículo de formação de professores deve responder às exigências das nTICs na prática pedagógica, e as instituições formadoras de docentes têm de oferecer especializações e pós-graduações na utilização das nTICs na sala de aula.

Para Biazus (2003), a multimídia deve ser utilizada com fins educacionais, desde que as propostas pedagógicas apresentadas aos educandos sejam coerentes e o professor não seja um mero utilizador de novas tecnologias proporcionadas por suas instituições, mas que compreenda o que é o mundo na era da informação digital, um mundo onde é possível criar e recriar através da simulação.

Com tudo isso, é necessário que o educador tenha clareza dos limites e problemas da educação tradicional, para tentar modificá-la ou, até mesmo, utilizar novas técnicas ou abordagens para que haja melhor aprendizado dos alunos. Nesse contexto, o domínio das novas tecnologias por parte dos professores se torna poderosa ferramenta para o aprimoramento do processo ensino-aprendizagem (SOUZA, 2001).

Com efeito, espera-se que os profissionais contem com atitudes críticas, habilidades e destrezas necessárias para que lhes seja possível valorizar e avaliar a pertinência do uso de tecnologias na sala de aula. Segundo Martinez (2004), as mudanças solicitadas pelos próprios docentes para a utilização de novas tecnologias são: flexibilidade dos horários de aula, para possibilitar e facilitar o trabalho em projetos; tempo para o trabalho multidisciplinar com seus colegas; horários flexíveis, que favoreçam a participação em jornadas de atualização e desenvolvimento profissional; suporte técnico no uso dos equipamentos; e apoio pedagógico em relação às novas tecnologias.

Para Moran *et al.* (2001), as tecnologias trazem muitas vantagens, e o professor tem grande leque de opções metodológicas, de possibilidades de organizar sua comunicação com os alunos, de introduzir um tema, de trabalhar com os alunos presencial e virtualmente, de avaliá-los. Para eles, cada docente pode encontrar sua forma mais adequada de integrar as várias tecnologias e procedimentos metodológicos. Mas também é importante que o docente amplie e aprenda a dominar as formas de comunicação interpessoal/grupal e as de comunicação audiovisual/telemática.

Ainda segundo Moran *et al.* (2001), o papel do professor se amplia significativamente diante das novas tecnologias. De informador que dita conteúdo, o educador transforma-se em orientador de aprendizagem, em gerenciador de pesquisa e comunicação, dentro e fora da sala de aula, de um processo que caminha para ser semipresencial, aproveitando o melhor do que pode fazer na sala de aula e no ambiente virtual. O professor, tendo visão pedagógica inovadora, aberta, que

pressupõe a participação dos estudantes, pode utilizar algumas ferramentas simples da Internet para melhorar a interação presencial-virtual entre todos.

De acordo com Valente (2005),

A formação do professor envolve muito mais do que provê-lo com conhecimento técnico sobre computadores. Ela deve criar condições para que ele possa construir conhecimento sobre os aspectos computacionais, compreender as perspectivas educacionais subjacentes às diferentes aplicações do computador e entender por que e como integrar o computador na sua prática pedagógica. Deve proporcionar ao professor as bases para que possa superar barreiras de ordem administrativa e pedagógica, possibilitando a transição de um sistema fragmentado de ensino para uma abordagem integradora de conteúdo e voltada para a elaboração de projetos temáticos do interesse de cada aluno (VALENTE, 2005, p. 30).

Nas tecnologias da informação e da comunicação coexistem diferentes práticas como palavras, sons, imagens e movimento, cabendo ao professor mediar essa relação com uma atuação crítico-pedagógica, observando a articulação das linguagens e os sentidos que se geram a partir dessa relação. O educador, na condição de intérprete autorizado, deve dialogar, destacando o que se fala, de onde se fala e porque se fala (VICTORINO, 2007).

Apesar de as novas tecnologias de informação e comunicação poderem auxiliar o trabalho dos professores, Moran *et al.* (2001) destacaram que, mais que a tecnologia, o que facilita o processo de ensino-aprendizagem é a capacidade de comunicação autêntica do professor de estabelecer relações de confiança com seus estudantes, pelo equilíbrio, pela competência e pela simpatia com que atua.

### **3.5. O material didático para ensino mediado por computador**

A eficácia de um modelo de ensino mediado por computador depende fundamentalmente da utilização de material didático com orientação pedagógica adequada. Essa metodologia não se resume a um material instrucional que contém sequência ordenada de conteúdos, apresentada gradativamente de forma que o estudante possa assimilá-los. Embora contida no processo de elaboração do material pedagógico, essa preocupação não deve ser o elemento central.

Os conteúdos devem ser tratados de forma especial, tendo uma estrutura ou organização que os torne assimiláveis, passíveis de autoaprendizado. Os textos didáticos devem passar por um processo de adaptação da linguagem, de construção

da arquitetura do conteúdo e de gerenciamento das informações, de forma a tornar adequado o oferecimento da disciplina apoiada pelos meios interativos de comunicação via Internet.

Não são poucos os educadores que defendem a possibilidade do uso do computador na educação. Até o advento do computador, a tecnologia usada para o ensino limitava-se a audiovisuais e ao ensino a distância, pela televisão, o que simplesmente ampliava a atividade dos professores e passividade dos alunos. Vários estudiosos salientam a possibilidade interativa oferecida pelo computador, que desperta o interesse do aluno em descobrir suas próprias respostas, em vez de simplesmente decorar os ensinamentos impostos, de maneira que a máxima do "aprender fazendo" torna-se regra e não exceção, devido ao alto poder de simulação proporcionado (ASSIS, 2002, p.11).

A utilização de material didático necessita de orientação pedagógica adequada, inclusive material para educação *on-line*. Para Assis (2002), é consenso entre estudiosos da educação que a comunicação midiada desperta a atuação dos nossos sentidos de novas maneiras, daí advindo o poder da informação multimídia.

O material didático deve traduzir os objetivos do curso, cobrir todos os conteúdos e levar aos resultados esperados, em termos de conhecimentos, habilidades, hábitos e atitudes. Sua linguagem deve ser adequada e a apresentação gráfica, atrair e motivar o aluno. No caso de serem utilizadas diferentes mídias, elas deverão estar articuladas (NEVES, 2008).

De acordo com Moran (2008), um bom material didático para ensino mediado por computador é aquele que possui mais do que um bom conteúdo, ou seja: instiga a pesquisa, trocas e produção conjunta. Para suprir a menor disponibilidade ao vivo do professor, é importante dispor de material mais elaborado, mais autoexplicativo, com mais desdobramentos (*links*, textos de apoio, glossário, atividades). Isso implica montar uma equipe interdisciplinar, com pessoas das áreas técnica e pedagógica que saibam trabalhar juntas, cumprir prazos, dar contribuições significativas.

Ao se elaborar material de apoio para o computador, Biazuz (2003) destacou que se deve saber:

Como se dá a relação professor / produtor de multimídia. Qual o lugar do educando? Há uma ótica em que o educando é inserido como tendo participação decisória no processo? Há maior preocupação com conteúdos do que processos educacionais (p.7).

Tavares *et al.* (2001) propuseram um fluxograma que define as etapas para a produção de um bom material para ensino mediado por computador, dividindo a

metodologia em duas partes, uma conceitual envolvendo a determinação do conteúdo, caracterização do público-alvo, escolha das mídias e coleta de dados; e a outra operacional, cabendo à equipe a determinação do *software* que irá gerenciar todas as mídias (Figura 7).

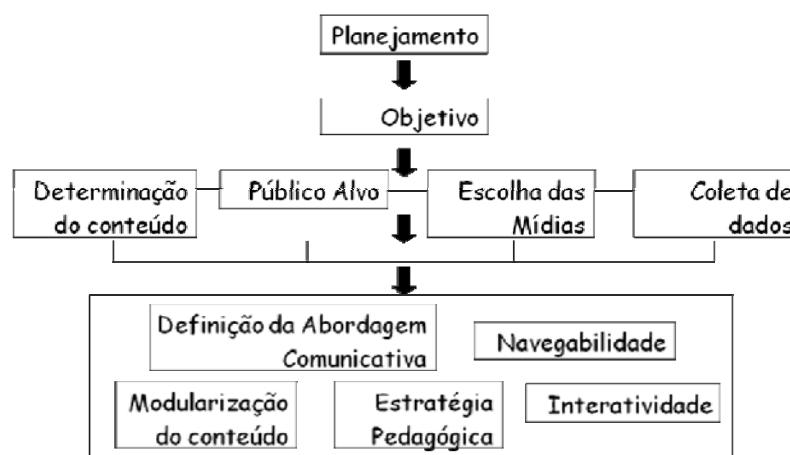


Figura 7 – Etapas para a criação de material didático para a *Web*.  
Fonte: TAVARES *et al.*, 2001.

Para Tavares *et al.* (2001), durante a determinação de conteúdos é preciso delimitar os assuntos relevantes, selecionando conteúdos essenciais, complementares e acessórios. Já a escolha das mídias obedecerá a critérios de restrição do laboratório da instituição, como a licença de programas e disponibilidade de equipamentos como câmeras, microfones etc. Durante a parte operacional de construção de sistemas multimídias, Tavares *et al.* (2001) destacaram que a fase final deve seguir uma série de testes, divididos entre testes internos, realizados pela equipe elaboradora do material; e testes externos, executados por pessoas que não tiveram contato com a elaboração, a fim de opinarem sobre a estrutura lógica do sistema.

Uma proposta de multimídia que seja favorecedora de processos educativos e criativos deve ser gerada dentro da concepção de que o sujeito possa ter a chance de exercer a sua autonomia ante a técnica que, muitas vezes, determina os processos. A interação do observador com o mundo digital solicitando a sua participação para que a imagem/obra se realize faz que ele perceba e construa novas relações envolvendo imagem, sujeito e o meio que veicula e, ou, gera essa imagem (BIAZUS, 2003).

A especificidade do material didático informatizado requer que os textos sejam estruturados não apenas por conteúdos temáticos, mas também mediante um conjunto de atividades em que o aluno utiliza seus recursos, estratégias e habilidades, bem como participa ativamente do processo de construção de seu próprio saber (ARQUETE, 2003).

É preciso salientar a importância da utilização da multimídia na educação. Todo conhecimento é mais facilmente apreendido e retido quando a pessoa se envolve mais ativamente no processo de aquisição de conhecimento. Portanto, graças à característica reticular e não linear da multimídia interativa, a atitude exploratória é bastante favorecida, sendo, assim, instrumento bem adaptado a uma pedagogia ativa (LÉVY, 1993).

Os conteúdos digitais representam um desafio para a imaginação, uma vez que suas possibilidades parecem infinitas. Os vários meios tecnológicos não competem entre si, mas se complementam (MARTINEZ, 2004). Segundo Arquete (2003), as características do material didático incluem: interatividade, permitindo ao estudante papel ativo; praticidade; e autonomia do estudante e consistência, sendo coerente com as propostas do curso.

Moran *et al.* (2001) ressaltaram que o material mediado pelo computador deve ser apresentado com cuidado. Para esses autores, o fator estético é uma qualidade fundamental de atração para os estudantes: uma página bem apresentada, com recursos atraentes, é imediatamente selecionada, pesquisada. Os alunos impressionam-se primeiro com páginas mais bonitas, que exibem mais imagens, animações e sons. As imagens animadas exercem fascínio semelhante às imagens de cinema, vídeo e televisão. Lugares menos atraentes costumam ser deixados em segundo plano, o que pode acarretar perdas de informações de grande valor.

Para Assis (2000), é preciso entender que a utilização da multimídia na escola não significa ameaça ao professor. Ela deve ser usada para enriquecer o processo educacional e não como artefato para a substituição do docente. Só o professor pode dar tratamento individualizado e diferenciado. Os títulos de multimídia, por mais completos que sejam, não podem cobrir todas as dúvidas que porventura podem ocorrer a um aluno.

O uso do computador para apresentação de conteúdos, acesso às 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 os alunos são estimulados a explorar o material didático disponibilizado e a interagir com o professor e demais estudantes (ARQUETE, 2003).

Para Moran *et al.* (2001), o emprego de material didático veiculado pela Internet pode desenvolver nos alunos três características importantes: a **intuição**, a **flexibilidade** e a **adaptação a ritmos diferentes**. A intuição devido às descobertas por tentativa e erro e as conexões na Internet não são lineares e possuem inúmeras possibilidades. A flexibilidade é estimulada porque a maior parte das sequências são imprevisíveis e abertas. A adaptação a ritmos diferentes surge, pois a pesquisa individual permite que o aluno trabalhe no seu ritmo, podendo parar e acessar novamente o conteúdo de dificuldade.

### **3.6. Ambientes educativos na WEB**

O processo de ensino e de aprendizagem utilizando ambientes virtuais de aprendizagem tem-se expandido na última década devido aos avanços da Internet (COMASSETTO, 2006). Bastos *et al.* (2005) definiram os Ambientes Virtuais como ambiente que possui interface para navegação hipertextual que agrega múltiplas mídias, ferramentas de comunicação, síncrona e assíncrona, com proposta pedagógica, localizado em um único sítio.

Fuks (2000) destacou as potencialidades da tecnologia e dos ambientes virtuais:

A tecnologia gera ambientes que dão suporte às diferentes formas de relacionamento humano. No caso específico da Internet, a estratégia cliente-servidor permite a criação de espaços de compartilhamento e troca de informação. Acopladas a estes ambientes há ferramentas para movimentar informação e facilitar o contato entre humanos. Estes ambientes virtuais favorecem a descentralização e distribuição de informações relativas ao conhecimento humano (FUKS, 2000, p. 6).

O número de plataformas disponíveis para o ensino *on-line* tem crescido muito nos últimos anos. Programas como o *WebCT*, o *BlackBoard*, o *Moodle*, o *TelEduc* da UNICAMP, o *DotLRN*, o *WebAula*, o *Eureka* da PUC de Curitiba, o *LearningSpace* da Lotus-IBM, o *Aulanet* da PUC do Rio de Janeiro, o *FirstClass* e outros semelhantes, a exemplo do *PVANet* (ARQUETE, 2003), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa, em Minas Gerais, que faz parte desta pesquisa,

permitem que o professor disponibilize o seu curso, oriente as atividades dos alunos e que estes criem seus ambientes, participem de pesquisa em grupos, discutam assuntos em fóruns ou *chats*. Essas possibilidades trazem melhoras significativas ao processo ensino-aprendizagem.

De forma semelhante, Oliveira *et al.* (2001) destacaram que o emprego de *software* educativo torna possível a criação de um espaço virtual, 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.

Para Guerra (2000), devido à utilização de linguagens mais avançadas e recursos de multimídia cada vez mais simples de serem absorvidos e administrados pelo usuário, a produção de *software* educativo não apenas se torna atividade possível de ser realizada no âmbito das instituições de ensino, como também oferece maior liberdade de criação, inclusive para o próprio professor.

De acordo com Comassetto (2006), a utilização de ambientes virtuais para aprendizagem baseia-se na transformação das funções simplesmente tecnológicas em possibilidades e funções pedagógicas, a exemplo da transformação da comunicação entre uma ou mais pessoas, para a interação e o debate. A exploração de informações objetiva a construção e aquisição do conhecimento e a apresentação de textos, gráficos, imagens e sons, enriquecendo o conteúdo apresentado, bem como a aprendizagem, mediante simulações e experimentos, possíveis na realidade virtual, entre outras funções.

Guerra (2000) destacou os cuidados ao se desenvolver um *software* educativo. Para ele:

As etapas do processo de desenvolvimento de um software educativo não podem estar fundamentadas em teorias de aprendizagem ultrapassadas ou que não foram corretamente traduzidas para o ambiente do software. Além disso, etapas importantes do desenvolvimento, como o teste, a verificação e a validação do sistema não devem ser ignoradas ou deixadas em segundo plano (essas três etapas podem ser entendidas, respectivamente, como a realização de testes de funcionamento, a aplicação de critérios de avaliação com o propósito de determinar a aceitação ou liberação do software, e a colocação do aluno em contato com o software com o propósito de verificar se os objetivos e metas são alcançados) (GUERRA, 2000, p.71).

Ambientes de aprendizagem que objetivam o aprendizado ativo devem fornecer ao aluno ferramentas que permitam a sua atuação a partir de seus

conhecimentos prévios. Ou seja, antes de cobrar a aprendizagem de um conteúdo, é proposto ao aluno a elaboração de um projeto relacionado ao conteúdo. No ensino tradicional, os estudantes tendem a receber jogos de perguntas e de respostas dos livros-texto, dos professores e dos guias de estudo (McKEACHIE, 2002).

Para Bastos *et al.* (2005), os ambientes virtuais de ensino-aprendizagem representam novas oportunidades de ensino-aprendizagem, pois comportam grande número de informações, disponibilidade e acesso, independentemente de horários pré-estabelecidos e distâncias geográficas, e possibilitam interação através de comunicação síncrona e assíncrona entre os participantes e trabalho colaborativo.

Em um ambiente desse tipo, o aluno pode ser muito mais ativo e independente. Tem oportunidade de pegar, filtrar e transformar a informação. Com esse tipo de tecnologia, pode-se ter muito mais interação com qualidade, pode-se propiciar mais fontes de ajuda para os alunos e um ambiente de discussão mais participativo (LUCENA; FUKS, 2000).

Arquete (2003) destacou que ambientes de ensino na *Web* servem como repositório de informações e materiais do curso. Outra característica, a disponibilidade de notas de aulas e textos de referência em um ambiente virtual, permite a leitura prévia do material didático, o que torna a aula expositiva mais proveitosa e dinâmica.

Comassetto (2006) apresentou características que distinguem o espaço virtual de aprendizagem dos demais espaços de aprendizagem. Essas características pautam-se na ausência de limites e disposição espacial, simulação, virtualidade e telepresença e estabelecem nova concepção do processo educacional.

Para Oliveira *et al.* (2001), as características que distinguem um *software* educativo são: definição e presença de fundamentação pedagógica que permeie todo o seu desenvolvimento; finalidade didática, por levar o aluno a construir conhecimento relacionado com seu currículo escolar; interação usuário e programa, mediada pelo professor; facilidade de uso; e atualização.

Comassetto (2006) ressaltou que, em ambientes virtuais, o aluno pode estudar onde, como e quando desejar; pode interagir com outros alunos, com os professores e com a instituição, porém cabe a ele a maior parte da responsabilidade pelo seu próprio aprendizado. O conteúdo também ganha novo *design*, apresenta-se na forma de hipertexto e não mais linear, como ocorria normalmente nos materiais impressos, além da facilidade de inserção de figuras, gráficos, sons, movimentos etc.

Segundo Macedo (2001), faz-se importante gerar condições adequadas ao ensino colaborativo através da *Web* para cursos presenciais, como os ambientes virtuais, em que professores e alunos, usuários do site, possam usufruir da nova tecnologia, dando suporte ao processo de aprendizagem. Bastos *et al.* (2005) destacaram o papel do professor diante dos ambientes virtuais, ressaltando que o acompanhamento e monitoramento pelo docente em torno das tarefas de aprendizagem são essenciais no processo de aquisição do conhecimento quando mediado pelas tecnologias de informação e comunicação. Assim, o professor acompanha todo o processo de ensino-aprendizagem e pode intervir quando necessário. Cabe a ele direcionar e monitorar a aprendizagem nesses novos espaços.

Fuks (2000) fez ressalvas, porém, sobre o uso dos ambientes educativos, afirmando que os ambientes para o ensino, sala de aula e ambiente virtual, não conseguem alcançar um bom resultado se não possuírem boas estratégias de ensino e bons professores mediadores:

Tanto a sala de aula como o ambiente educativo na *Web* não garantem por si a qualidade do processo de aprendizagem. O mesmo ocorre com um restaurante, cujo sucesso depende muito mais do desempenho do cozinheiro do que da qualidade da panela para o preparo da comida. Ambientes como o restaurante, a sala de aula e o ambiente educativo virtual abrigam e auxiliam na realização de um corpo de atividades. Tanto o sucesso quanto a qualidade destas realizações dependem do desempenho de quem atua no ambiente (p. 6).

### **3.7. Utilização de simuladores no ensino**

A simulação sempre foi usada para os mais diversos propósitos, desde aplicações militares a empresariais. No seu início estava muito ligada a jogos estratégicos, e a seguir começou a trilhar seu próprio caminho com a ajuda do desenvolvimento de modelos matemáticos. Atualmente, é possível encontrar aplicações da simulação em fábricas, em negócios, na educação etc. (TAVARES *et al.*, 2001).

A simulação tem hoje papel crescente nas atividades de pesquisa científica, de criação industrial, de gerenciamento, de aprendizagem, mas também nos jogos e diversões, sobretudo nos jogos interativos na tela (LÉVY, 1999).

De acordo com Valente (2005), o fato de o computador poder executar a sequência de comandos que foi fornecida significa que ele está fazendo mais do que servir para representar ideias. Ele está sendo um elo importante no ciclo de ações descrição – execução – reflexão – depuração, que pode favorecer o processo de

construção de conhecimento. A aprendizagem decorrente tem sido explicada em termos de ações, que tanto o aprendiz quanto o computador executam, as quais auxiliam a compreensão de como o aprendiz adquire novos conhecimentos: como o aprendiz, durante o processo de resolução de uma tarefa, passa de um nível inicial de conhecimento para outros mais elaborados.

Guilhermo *et al.* (2005) conceituaram o simulador como um dispositivo que reproduz virtualmente uma situação real (ou que poderia ser real) e, dessa forma, permite “experimentar” os efeitos de determinado procedimento sem que a situação real esteja de fato ocorrendo. Para esses autores, as simulações podem ser vistas como representações ou modelagens de objetos específicos, reais ou imaginados, de sistemas ou fenômenos, além de se mostrarem bastante úteis, particularmente quando a experiência original for impossível de ser reproduzida pelos estudantes.

Para Colenci (2000), à medida que a civilização evolui para sociedades altamente tecnológicas, a capacidade de usar abstrações torna-se cada vez mais necessária para as pessoas atuarem eficientemente. Nesse caso, os jogos e simulações oferecem um campo rico para uma exploração ativa, sem riscos de sérios problemas intelectuais e sociais. O desempenho que os estudantes assumem nos jogos que simulam em situações diversas é excelente preparação para os papéis reais que mais tarde desempenharão no campo de trabalho.

Pesquisas com simulações são desenvolvidas nas mais diversas áreas, como a apresentada por Dikshit *et al.* (2005), a qual avalia um sistema de simulação para ensino em medicina. Os referidos autores destacaram o efeito positivo da simulação no processo de aprendizagem dos alunos. Guilhermo *et al.* (2005), avaliando o efeito da simulação no ensino de hidráulica, verificaram que as simulações podem ser ferramentas auxiliares às aulas convencionais, sobretudo na área da engenharia.

Ainda segundo aqueles autores, as simulações podem despertar ou aumentar o interesse dos alunos, já que, com o fato de poderem controlar determinadas simulações, é induzida uma aprendizagem mais fácil e rápida, e o aluno pode ver como se altera o comportamento do modelo em uma variedade de situações e condições.

Segundo Nickerson *et al.* (2005), pressões econômicas nas universidades e a emergência de novas tecnologias têm estimulado a criação de novos sistemas para laboratórios de ensino de engenharia, em particular laboratórios de simulação. Esses laboratórios são similares às técnicas de simulação, uma vez que necessitam de

espaço e tempo mínimos, e, assim, os experimentos podem ser rapidamente configurados e disponibilizados na Internet para execução.

De acordo com Belhot *et al.* (2001), simulação é um processo de experimentação com modelo detalhado de um sistema real, para determinar como o sistema responderá a mudanças em sua estrutura, ambientes ou condições de contorno. Um modelo bem construído auxilia encontrar as respostas às questões importantes e, portanto, torna a simulação técnica útil e poderosa para a solução de problemas.

De acordo com Tavares *et al.* (2001), a simulação gera histórico artificial do sistema, e a partir da observação desse histórico é possível extrair inferências sobre o caráter operacional do sistema real. É uma ferramenta usada para responder a perguntas do tipo “e se?” sobre o sistema real. Ela é instrumento de grande importância para o estudo e planejamento de sistemas produtivos, naturais, médicos, financeiros, econômicos etc. Lévy (1999) afirmou que as técnicas de simulação, em particular aquelas que utilizam imagens interativas, não substituem o raciocínio humano, mas prolongam e transformam a capacidade de imaginação e pensamento.

Para Belhot *et al.* (2001), a aplicação de simulação e modelagem visa dar suporte ao desenvolvimento da visão sistêmica, da prática de pensar estrategicamente, da capacidade de trabalhar em equipe, de compartilhar conhecimentos e de aprender em grupo. Nesse contexto, a modelagem pode ser explorada, no mínimo, de três maneiras: (1) como processo de mapeamento cognitivo que captura o conhecimento e estimula a aprendizagem; (2) como meio propício à experimentação; e (3) como forma de aprender a lidar com conflito de interesses.

Davidovitch *et al.* (2006) afirmaram que as simulações são reconhecidamente uma maneira eficiente e efetiva para ensinar e aprender sistemas complexos e dinâmicos para a educação em engenharia. De acordo com esses autores, o ensino baseado em simulação cria condições que dão ao usuário habilidades para adquirir experiência e considerar resultados prévios.

Segundo Neto (2003), com as simulações digitais o homem é capaz de criar situações virtuais que podem ser atualizadas e, assim, visualizar características de um novo real. Neto (2003) destacou que esse tipo de aplicativo tem a função de possibilitar a interação do aluno com fenômenos do mundo real que dificilmente poderiam ser experimentados em uma relação direta.

Para Brophy *et al.* (2008), os engenheiros podem utilizar protótipos simuladores, utilizando modelagem matemática (equações, diagramas e gráficos), para prever a *performance* de sistemas complexos e auxiliar na tomada de decisão.

Lévy (1993), ao discutir sobre sua teoria de “ecologia cognitiva”, afirmou que o conhecimento por simulação é um dos novos gêneros de saber. Para ele, o modelo informático é essencialmente plástico, dinâmico, dotado de certa autonomia de ação e reação, contrário à maioria das descrições funcionais sobre papel ou modelos analógicos.

Ainda segundo Lévy (1993), a manipulação dos parâmetros e a simulação de diversas circunstâncias possíveis proporcionam ao usuário do programa uma espécie de intuição sobre as relações de causa e efeito presentes no modelo.

Uma das vantagens da simulação apontadas por Lévy (1999) é o fato de a simulação permitir a formulação e extrapolação rápidas de grande quantidade de hipóteses; claro que não substitui a experiência, nem toma o lugar da realidade. A simulação por computador permite que uma pessoa explore modelos mais complexos e em maior número do que se estivesse reduzido aos recursos da imagística mental (LEVY, 1993).

Para McKeackie (2002), a grande vantagem de jogos e simulações é que estudantes são participantes ativos e não simples observadores passivos. Para esse autor, os resultados de retenção, aplicação e motivação dos alunos é significativamente superior quando se utilizam métodos de ensino com simulações. Já Neto (2003) destacou a facilidade que o aluno tem de mudar determinada situação, sem causar riscos para si, a exemplo da aplicação de determinada hipótese que causaria sérios problemas fora do ambiente de simulação.

Em sua discussão sobre a “Cibercultura”, Lévy (1999) exaltou a importância da simulação como modo de conhecimento: “trata-se de uma tecnologia intelectual que amplifica a imaginação individual (aumento da inteligência) e permite aos grupos que compartilhem, negociem e refinem modelos mentais comuns, qualquer que seja a complexidade deles (aumento da inteligência coletiva)”.

Como Arquete (2003) afirmou, a capacidade de desenvolver modelos é especialmente importante para os engenheiros, os quais são frequentemente levados a solucionar problemas operacionais devido a variações nos parâmetros de processos dinâmicos, sejam eles de natureza biológica, física, social ou humana.

Segundo Davidovitch *et al.* (2006), algumas vantagens do uso de simulação para o ensino são bem conhecidas. Simuladores são caracterizados como ferramentas que habilitam a aquisição de experiência prática e possibilitam respostas imediatas de sistemas de aprendizagem para decisão e ação dos usuários. Para eles, a simulação permite a redução de diferenças entre o ambiente de aprendizagem e o ambiente real, e a disponibilidade de treinamento em situações que são difíceis de obter e praticar no “mundo real”. Esses autores destacaram quatro pontos relevantes com a utilização de simulação:

- Aprender e interagir com simuladores promovem experiência concreta que pode evocar o aprendido.
- Trabalhar com simuladores possibilita a observação de resultados e a reflexão sobre eles.
- Diferentes cenários e dados podem ser testados com os simuladores, sendo capazes de aprofundar as informações transmitidas pelo professor.
- Os simuladores promovem um ambiente contínuo e dinâmico para a experimentação.

No estudo sobre a utilização de simuladores no ensino de Mecânica dos Fluidos, Fraser *et al.* (2007) julgaram de forma positiva a exploração da simulação, recomendando a atividade como ferramenta para complementar o ensino tradicional e, ainda, destacaram que essa ferramenta teve papel importante no desenvolvimento de importantes conceitos na disciplina Mecânica dos Fluidos, fato não alcançado com tanta efetividade quando não se utilizaram as simulações.

Em seu estudo, Fraser *et al.* (2007) definiram alguns critérios para o uso efetivo de simuladores, incluindo os pontos: conhecimento dos estudantes com o programa utilizado; utilização de boas ferramentas de solução de problemas; compreensão, por parte dos estudantes, dos benefícios de se utilizarem simuladores no aprendizado; habilidade para transferir conhecimento para outras áreas; instruções prévias para a utilização da ferramenta; e tempo suficiente para que os estudantes se acostumem com os simuladores;

Segundo Tavares *et al.* (2001), devem ser obedecidos alguns passos para a implementação das simulações computacionais, são eles: definição do plano de ação (objetivos, restrições e determinação das especificações da simulação); estudo e determinação do sistema (levantamento de questões relevantes sobre o sistema e

posterior modelagem); construção do modelo (construção e implementação computacional do modelo e testes do modelo quanto ao *software* mais conhecidos, como validação e verificação); análise das saídas (verificar quanto o sistema se aproxima ou se afasta do sistema real, para possíveis calibrações); e registro dos resultados.

Nickerson *et al.* (2005), em estudo sobre o uso de laboratórios remotos, apresentaram resultados positivos, em que 90% dos estudantes avaliaram como efetiva a utilização de simulação para o ensino. O laboratório virtual teve efeitos favoráveis diante do aprendizado, comparáveis aos dos laboratórios convencionais, o que reforça a utilização de simulações no processo de ensino-aprendizagem.

Uma das vantagens do uso de *softwares* simuladores destacado por Guilherme *et al.* (2005) consiste na economia de tempo e dinheiro, pois não é preciso contar com laboratórios, equipamentos e técnicos, e ainda não é necessário contratar ou treinar pessoal específico para a operação desses laboratórios.

Esses mesmos autores, porém, avaliando as desvantagens que a simulação impõe, sugeriram o uso racional dessa ferramenta, como no trecho seguinte:

Em contrapartida perde-se todo o conhecimento específico que decorre da inerente aleatoriedade associada aos fenômenos físicos (...) e os relacionados a esses procedimentos “dispensáveis”, como o conhecimento sobre a montagem dos equipamentos e os cuidados de operação. Daí vem a importância do uso racional dos simuladores conforme os objetivos que se pretendam obter com seu uso (GUILHERMO *et al.*, 2005).

Guilherme *et al.* (2005), na conclusão do trabalho sobre o emprego de simuladores no ensino de hidráulica, avaliaram as simulações como ótimo complemento das aulas laboratoriais de Hidráulica e permitiram os alunos efetuarem os experimentos repetidamente, inclusive em suas residências, refletindo mais e melhor sobre os fenômenos investigados. Destacaram, ainda, que o ambiente dentro da sala de aula informatizada foi muito propício e aberto para a discussão e debate sobre as inovações tecnológicas no ensino, principalmente pela postura dos alunos perante a utilização das simulações.

Apesar de a realidade virtual apresentada pela simulação não substituir a realidade, Wankat (2002) destacou que pessoas que utilizam simulações têm facilidade maior para a tomada de decisões corretas perante os questionamentos apresentados a elas.

Para a aplicação de simulações no ensino, Colenci (2000) definiu uma sequência de passos: **fixação de objetivos, determinação do contexto, identificação dos recursos, determinação da sequência de interações, ambientação e aplicação em si.**

Tavares *et al.* (2001) apontaram que o grande problema enfrentado atualmente é como concretizar a simulação, uma vez que cada problema de simulação é único, ou seja, cada novo caso representa um recomeço de estruturação de um novo trabalho. Outras duas dificuldades foram apontadas por Neto (2003): a dificuldade de programação de modelos de fenômenos complexos e as limitações dos sistemas computacionais disponíveis nas instituições de ensino, pois um *software* de simulação mais sofisticado exige grandes recursos computacionais.

## 4. MATERIAL E MÉTODO

Nesta pesquisa, buscou-se intervir na disciplina *Cinética de Processos Bioquímicos*, na tentativa de melhorar o processo ensino-aprendizagem, avaliando coletivamente as ferramentas utilizadas e consultando os envolvidos no processo – alunos da disciplina – e especialistas na área, como professores de outras instituições, ex-alunos e profissionais da área de Biotecnologia.

Para atingir o objetivo de re-estruturação da disciplina e aprimoramento do processo ensino-aprendizagem, este projeto foi dividido em três etapas:

- Organização dos conteúdos e produção de material.
- Produção e acompanhamento das aulas práticas.
- Avaliação do curso, através da aplicação de questionários.

O trabalho de campo foi desenvolvido durante o segundo semestre de 2008, acompanhando os alunos do oitavo semestre do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa.

### 4.1. Organização dos conteúdos e produção de material

Esta etapa visou à preparação da disciplina *Cinética de Processos Bioquímicos* no ambiente PVANet, ou seja, a reorganização dos módulos e conteúdos na plataforma virtual e o desenvolvimento do material para as aulas: apresentações, ambientes de simulação, seleção de exercícios, desenvolvimento das aulas práticas.

A reorganização foi realizada no PVANet, separando-se os conteúdos em módulos. Cada módulo contendo capítulo em formato pdf e disponível para *download*, apresentações desenvolvidas utilizando os programas *PowerPoint* e *Adobe Flash CS3* e disponibilizadas em formato *swf*, aulas práticas relacionadas ao capítulo em questão e estudos dirigidos incluindo atividades com simulações e avaliações virtuais. Outras ferramentas também foram re-estruturadas, como a Biblioteca Virtual e o ambiente Perguntas e Respostas, incluindo nessas ferramentas artigos relacionados com a disciplina e as dúvidas mais frequentes dos alunos. A disciplina no ambiente ainda contava com as ferramentas de comunicação Fórum, Bate-Papo, E-mail, para facilitarem a interação entre os alunos e deles com o professor.

#### **4.2. Aulas práticas**

As aulas práticas foram produzidas conjuntamente com o professor coordenador da disciplina *Cinética de Processos Bioquímicos* e consistiram de exercícios e simulações que descreviam os processos químicos e bioquímicos. Ao final de cada aula, os alunos executavam testes *on-line*, de acordo com o assunto abordado na prática.

As aulas continham roteiros com textos explicativos, exercícios, simuladores dos processos bioquímicos e testes.

A interface dos simuladores foi desenvolvida utilizando-se o programa *Adobe Flash CS3*, sendo os cálculos matemáticos feitos por arquivos executáveis desenvolvidos através dos programas *Compaq Visual Fortran 6* (Figura 8).

O executável *Fortran* gerava os dados em tabelas, como mostrado na Figura 9. Uma vez testadas no *Visual Fortran* todas as possibilidades a serem analisadas na simulação, construía-se a interface no Programa *Flash* (Figura 10), contendo as informações necessárias à execução da prática.

Disponibilizadas no PVANet, as simulações funcionavam da seguinte maneira: na interface eram fornecidas informações necessárias à execução das práticas, como gráficos e as variáveis a serem testadas, que eram manipuláveis pelos estudantes. Ao ordenarem a simulação (através de botão na interface), o Programa *Flash* acionava um arquivo executável em *Fortran*, que lia os dados de entrada no *Flash*, realizava os cálculos e gerava os resultados que, por sua vez, eram interpretados e disponibilizados novamente na interface em *Flash*, em formato de gráficos.

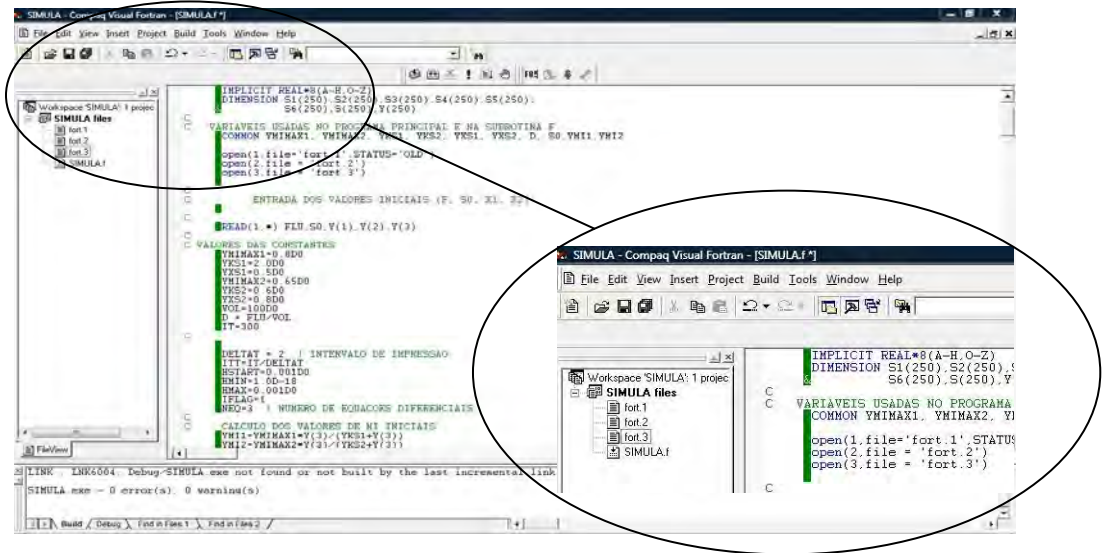


Figura 8 – Tela inicial do Fortran: linguagem para execução dos cálculos.

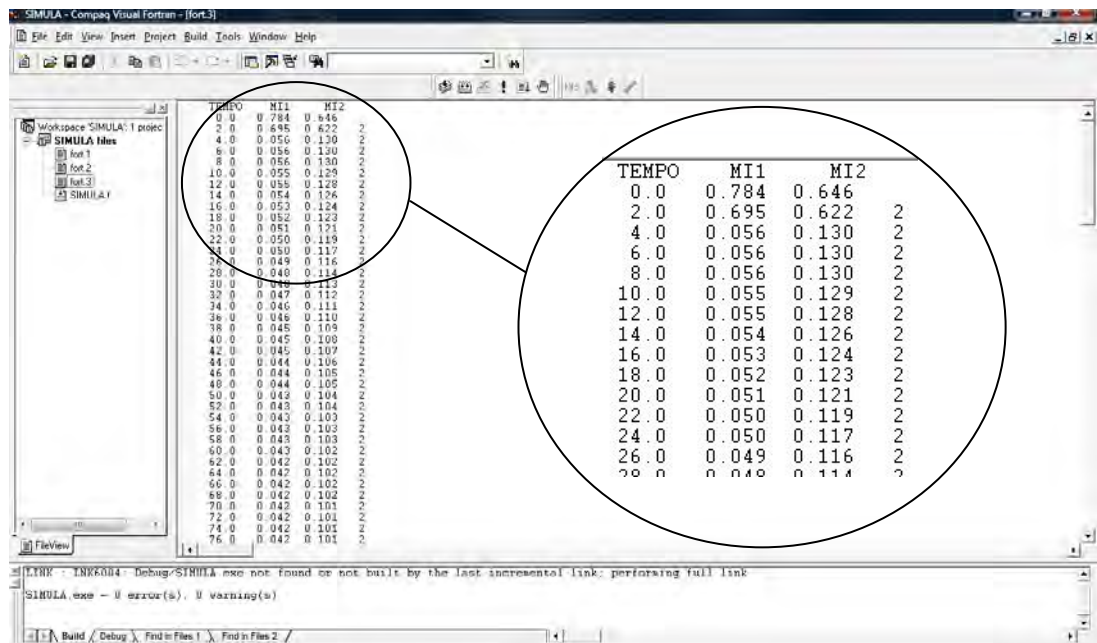


Figura 9 – Exemplo de resultados apresentados pelo Programa Fortran.

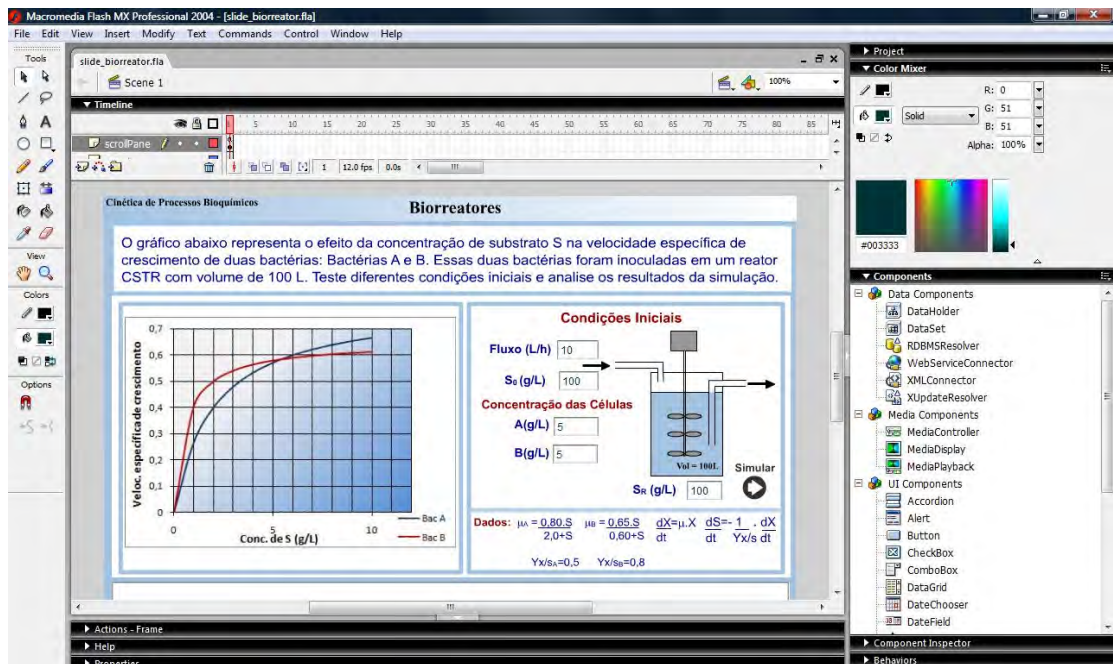


Figura 10 – Interface do Programa *Flash*.

Durante todo o segundo semestre letivo de 2008, os alunos foram acompanhados e avaliados em aula prática, verificando-se a participação e o interesse deles pelas novas aulas produzidas. Ao final de cada aula, os estudantes respondiam testes, avaliando a compreensão dos assuntos discutidos, bem como a eficiência das ferramentas usadas na aula.

Todo o trabalho de programação e produção de material foi realizado com o apoio da Coordenadoria de Ensino Aberto e a Distância (CEAD), da Universidade Federal de Viçosa.

### 4.3. Processo de avaliação

A avaliação da disciplina consistiu em aplicação de questionários (Anexo 1), ao final do semestre, aos participantes da pesquisa, diferenciados em quatro grupos: alunos matriculados na modalidade presencial, alunos matriculados na modalidade semipresencial, ex-alunos e profissionais ligados à área de processos bioquímicos.

As principais questões analisadas foram:

- Apresentação do ambiente PVANet.
- A motivação dos alunos com os novos materiais.

- A compreensão dos processos químicos e bioquímicos apresentados na disciplina de acordo com as mudanças realizadas na disciplina.
- A resposta das diferentes turmas (presencial e semipresencial) perante as alterações.

Para avaliação dos alunos, os questionários foram entregues impressos, enquanto para ex-alunos e profissionais da área, encaminhados via correio eletrônico (e-mail), contendo todas as informações necessárias para o acesso à disciplina no sistema PVANet. Foram criados *logins* e senhas específicas para que os avaliadores externos tivessem acesso ao ambiente.

Os resultados foram avaliados de acordo com a frequência de respostas de cada questão e comparados entre os diferentes públicos participantes.

#### **4.4. Sujeitos da pesquisa**

Diferentes públicos foram consultados para verificarem as alterações realizadas na disciplina. A disciplina contou com 64 estudantes durante o segundo semestre de 2008, e 54 cursaram no modo presencial e 10 no semipresencial.

Os questionários foram distribuídos a todos os alunos no final do semestre letivo, e 28 alunos retornaram os questionários. Esse baixo número de participantes pode ser justificado pelo período em que os questionários foram distribuídos, final de semestre letivo. Nesse período, os alunos encontravam-se sobrecarregados com atividades e provas finais e, também, alguns deles estavam envolvidos com processos de seleção e não se encontravam na Universidade no período de entrega dos questionários. Do total de 28 questionários respondidos, seis foram de alunos do modo semipresencial e 22 do modelo presencial.

Além dos alunos que cursavam a disciplina, foram selecionados ex-alunos, encaminhando-se a estes os questionários via correio eletrônico (email), num total de 25 pessoas, para que verificassem as mudanças comparativamente com o modelo que eles cursaram. Treze foram o total de questionários retornados. E, ainda, diferentes profissionais que estavam envolvidos na área de Processos Bioquímicos, como professores de outras instituições, foram convidados a participar da avaliação, julgando se as estratégias utilizadas foram eficazes. Enviaram-se questionários para 10 profissionais da área, e cinco deles se dispuseram a auxiliar na avaliação.

Dessa forma, 46 questionários foram respondidos, incluindo todos os grupos participantes.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cada vez mais, as instituições de ensino são pressionadas a buscar novas formas de ensino e aprendizagem que sejam adequadas às necessidades dos futuros profissionais, sobretudo na área das engenharias. Os avanços tecnológicos e suas diversas ferramentas têm impulsionado ainda mais essa busca por mudanças.

Para Kalatzis (2008), os estudos recentes têm buscado alternativas pedagógicas para aperfeiçoar o espaço do ensino-aprendizagem para atender aos diferentes interesses e necessidades dos estudantes. Seguindo essa tendência, este estudo pretendeu aprofundar a pesquisa na busca de opções instrucionais para a disciplina *Cinética de Processos Bioquímicos*, da Universidade Federal de Viçosa.

Os resultados dos questionários podem ser divididos em duas partes: a revisão e reapresentação do material didático da disciplina, em especial as aulas práticas e a avaliação do material realizada pelos alunos, ex-alunos e profissionais da área.

### 5.1. Estruturação da disciplina no PVANet e material produzido

Como a finalização do trabalho, a disciplina *Cinética de Processos Bioquímicos* ficou organizada no PVANet (Figura 11), apresentando os seguintes tópicos: Sala de aula, Aulas práticas, Biblioteca, Perguntas e respostas, Fórum, Bate-papo e Testes. Na sequência é descrito cada um dos tópicos.

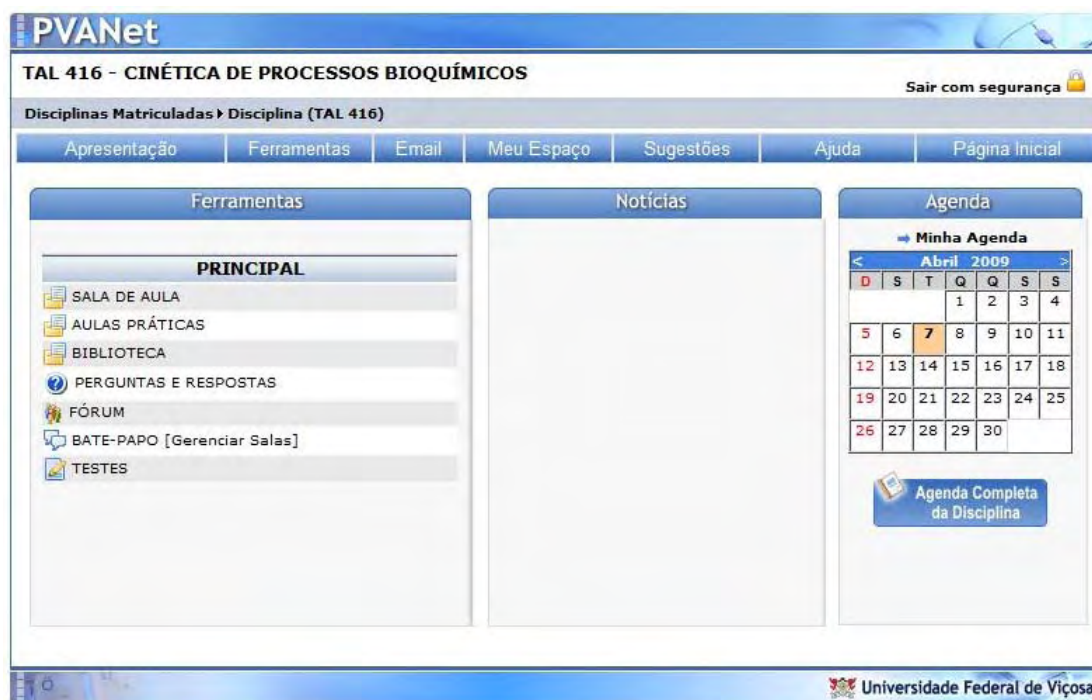


Figura 11 – Página inicial da disciplina *Cinética de Processos Bioquímicos* no PVANet.

**Sala de aula:** neste tópico foram disponibilizados os capítulos contendo apresentações (módulos) que resumem cada capítulo, listas de exercícios e a possibilidade de cópia e, ou, impressão dos conteúdos completos de cada capítulo. Os alunos também tinham acesso ao material completo preparado pelo professor, para cópia ou impressão (Figura 12).

A Figura 13 apresenta um *slide* de um dos módulos da disciplina. Todos os 13 módulos resumindo as 13 primeiras aulas da disciplina e que compunham o ambiente Sala de Aula foram reformulados e transformados para formato swf (arquivo do Programa *Flash*). Ao 11º módulo foi incluída a narração, para avaliação pelos diferentes públicos.

**Biblioteca:** no ambiente Biblioteca foram disponibilizados diversos artigos relacionados à *Cinética de Processos Bioquímicos*, que foram separados de acordo com os capítulos da disciplina. Os alunos também tinham a possibilidade de fazer cópias digitais desses documentos (Figura 14).

**PVANet**

**TAL 416 - CINÉTICA DE PROCESSOS BIOQUÍMICOS** Sair com segurança

Disciplinas Matriculadas > Disciplina (TAL 416)

Apresentação | Ferramentas | Email | Meu Espaço | Sugestões | Ajuda | Página Inicial

← Voltar

|  | Última alteração   |
|--|--|
| <b>Introdução - 1h</b><br>Capítulo I (para leitura) [Link para download]   | 11/08/2008   |
| <b>Cinética de reações químicas - 3h</b><br>Módulo 2<br>Módulo 3<br>Capítulo 2 (para leitura) [Link para download]   | 11/08/2008<br>11/08/2008<br>11/08/2008   |
| <b>Reatores ideais - 6h</b><br>Módulo 4<br>Módulo 5<br>Capítulo 3 (texto para leitura) [Link para download]  | 22/08/2008<br>03/09/2008<br>22/08/2008   |
| <b>Cinética do crescimento celular - 10h</b><br>Módulo 6 [Link para download]<br>Módulo 7 [Link para download]<br>Módulo 8 [Link para download]<br>Módulo 9 [Link para download]<br>Módulo 10 [Link para download]<br>Capítulo 4 (texto para leitura)<br>Exercícios Resolvidos<br>Lista de Exercícios - Cap. 4 | 16/09/2008<br>16/09/2008<br>16/09/2008<br>16/09/2008<br>16/09/2008<br>16/09/2008<br>07/10/2008<br>16/10/2008 |
| <b>Cinética de reações enzimáticas - 6h</b><br>Capítulo 5<br>Módulo 11 - Com narração<br>Módulo 12<br>Módulo 13  | 28/10/2008<br>28/11/2008<br>28/11/2008<br>28/11/2008   |
| <b>Modelos matemáticos empíricos - 4h</b>  | Última alteração   |

Figura 12 – Tópico *Sala de Aula*.

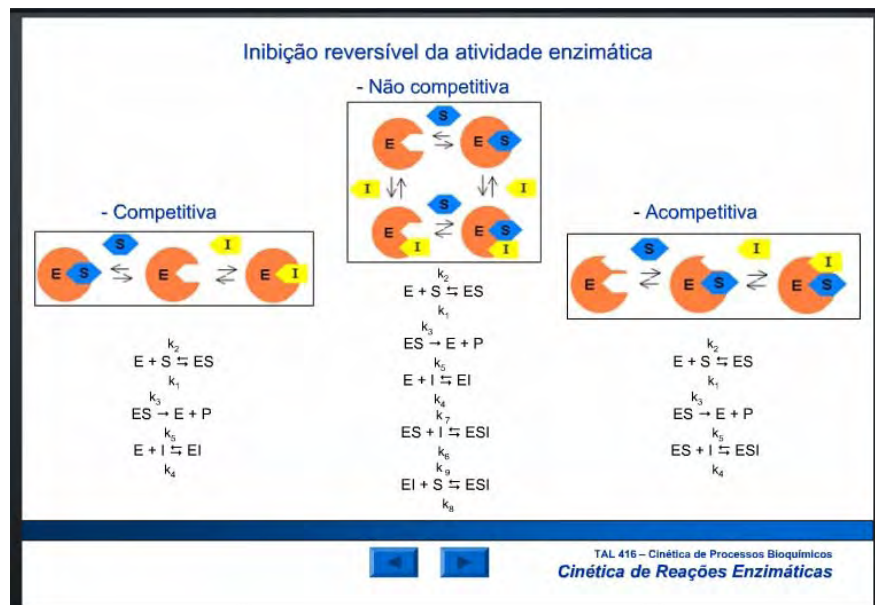


Figura 13 – *Slide* presente em módulo da disciplina.

**PVANet**

**TAL 416 - CINÉTICA DE PROCESSOS BIOQUÍMICOS** Sair com segurança

Disciplinas Matriculadas > Disciplina (TAL 416)

Apresentação | Ferramentas | Email | Meu Espaço | Sugestões | Ajuda | Página Inicial

[← Voltar](#)

|  | Última alteração |
|--|------------------|
| <b>I. GERAL</b>                                    |                  |
| Como pesquisar no portal da CAPES                  | 05/08/2008       |
| Portal CAPES                                       | 05/08/2008       |
| Science Direct                                     | 05/08/2008       |
| Applied Microbiology and technology                | 06/08/2008       |
| ARTIGO: Progress in monitoring of Bioprocesses     | 06/08/2008       |
| ARTIGO: NEGATIVE H2S CHARACTER                     | 06/08/2008       |
| ARTIGO: Modeling and simulation                    | 06/08/2008       |
| ARTIGO: A novel area of predictive modelling       | 06/08/2008       |
| <b>II. REAÇÕES QUÍMICAS</b>                        |                  |
| ARTIGO: Visualization Methods in Analysis          | 06/08/2008       |
| Enzymes and chemical reactions                     | 05/08/2008       |
| Kinetic of the chemical reaction                   | 05/08/2008       |
| Reação biomolecular e processo de primeira ordem   | 05/08/2008       |
| <b>III. REATORES IDEAIS</b>                        |                  |
| ARTIGO: Batelada Alimentada                        | 06/08/2008       |
| <b>IV. CINÉTICA DE CRESCIMENTO MICROBIANO</b>      |                  |
| Kinetics of Microbial Growth                       | 05/08/2008       |
| Growth Kinetics of Suspended Microbial Cells       | 05/08/2008       |
| Cinética de Crescimento Microbiano                 | 06/08/2008       |
| Apresentação: Bioprocessos e Engenharia            | 05/08/2008       |
| Quantitative microbiology: A basis of food safety  | 05/08/2008       |
| <b>V. CINÉTICA DE ENZIMAS</b>                      |                  |
| Cinética de Enzimas                                | 05/08/2008       |
| Cinética de Enzimas-II                             | 05/08/2008       |
| Catálise Biológica: Enzimas                        | 05/08/2008       |
| Determination of Kinetic Inhibitors                | 05/08/2008       |
| Inibição Enzimática                                | 05/08/2008       |
| Artigo: Purification and Characterization of Glc6P | 05/08/2008       |
| Artigo: Study the Enzyme Catalytic Decomposition   | 05/08/2008       |

Figura 14 – Ferramenta Biblioteca.

**Perguntas e Respostas:** neste tópico foram disponibilizadas as dúvidas mais frequentes dos alunos, separadas por capítulos, como mostrado na Figura 15. Nesse ambiente, o aluno possui sistema de busca, para facilitar a sua pesquisa.

**Fórum:** este é um espaço de comunicação assíncrono, em que alunos e professor utilizam para debater assuntos relacionados à disciplina.

**Bate-papo:** ambiente para os encontros virtuais, em tempo real, entre alunos e professor. Por permitir a criação de salas com senha, a ferramenta pode ser utilizada para o debate, entre membros de um grupo, sobre o andamento de um projeto, de forma reservada.

**Testes:** neste local foram disponibilizados os testes para os alunos, relativos a cada prática, com data e hora determinadas para realização. Ao final da aula prática da última turma da semana, o aluno tinha acesso às avaliações corrigidas (Figura 16).

**PVANet**

**TAL 416 - CINÉTICA DE PROCESSOS BIOQUÍMICOS** Sair com segurança

Disciplinas Matriculadas > **Disciplina (TAL 416)**

Apresentação | Ferramentas | Email | Meu Espaço | Sugestões | Ajuda | Página Inicial

[← Voltar](#)

- ▶▶ I. GERAL
- ▶▶ II. CINÉTICA DE REAÇÕES QUÍMICAS
- ▶▶ III. REATORES IDEAIS
- ▶▶ IV. CINÉTICA DO CRESCIMENTO CELULAR
- ▶▶ V. CINÉTICA DE REAÇÕES ENZIMÁTICAS
- ▶▶ VI. MODELOS MATEMÁTICOS EMPÍRICOS

Buscar por palavra-chave:

Procurar por palavra em:  Pergunta  Resposta  Ambos

Tipo de pesquisa  Busca Exata  Busca Parcial

Universidade Federal de Viçosa

Figura 15 – Perguntas e respostas.

**PVANet**

**TAL 416 - CINÉTICA DE PROCESSOS BIOQUÍMICOS** Sair com segurança

Disciplinas Matriculadas > **Disciplina (TAL 416)**

Apresentação | Ferramentas | Email | Meu Espaço | Sugestões | Ajuda | Página Inicial

[← Voltar](#)

| Avaliações Disponíveis |               |                      |
|------------------------|---------------|----------------------|
| Título                 | Opções        |                      |
| TESTE 01               | [Informações] |                      |
| TESTE 02               | [Informações] | [Resolver avaliação] |
| Teste 03               | [Informações] | [Resolver avaliação] |
| Teste 04               | [Informações] | [Resolver avaliação] |
| Teste 05               | [Informações] | [Resolver avaliação] |
| TESTE 06               | [Informações] | [Resolver avaliação] |
| Teste 07               | [Informações] | [Resolver avaliação] |
| Teste 08               | [Informações] | [Resolver avaliação] |
| Teste 09               | [Informações] | [Resolver avaliação] |
| Teste 10               | [Informações] | [Resolver avaliação] |
| Teste 11               | [Informações] | [Resolver avaliação] |
| Teste 12               | [Informações] | [Resolver avaliação] |

| Resultados                                |                |        |
|---|----------------|--------|
| Título                                    | Data resolução | Opções |
| Nenhum resultado de avaliação disponível. |                |        |

Figura 16 – Tópicos Testes no PVANet.

**Aulas práticas:** neste tópico foram disponibilizados os roteiros para as 12 aulas práticas programadas, contendo simulações, exercícios e testes (Figura 17). Ainda neste tópico foram disponibilizadas informações, para cópia e, ou, impressão, sobre o compilador Fortran. Os alunos também podiam fazer cópia dos roteiros e acessar as simulações quando lhes conviessem.

The screenshot shows a web interface for 'PVANet' with the following structure:

- Header:** PVANet logo and navigation links: Apresentação, Ferramentas, Email, Meu Espaço, Sugestões, Ajuda, Página Inicial.
- Page Title:** TAL 416 - CINÉTICA DE PROCESSOS BIOQUÍMICOS. A 'Sair com segurança' button is in the top right.
- Sub-section:** Disciplinas Matriculadas > Disciplina (TAL 416).
- Content Area:** A list of lessons with a 'Voltar' button at the top right.
 

| Lesson                      | Topics   | Última alteração                                     |
|-----------------------------|--|--|
| <b>AULA I (11-15/Ago)</b>   | Roteiro da prática [Link para download]<br>Texto sobre Metodos Numéricos em EDO [Link para download]<br>Metodos Numéricos de EDO<br>Programas [Link para download] | 08/08/2008<br>08/08/2008<br>08/08/2008<br>08/08/2008 |
| <b>AULA II (18-22/Ago)</b>  | Roteiro Pratica 2 [Link para download]<br>Teste 01   | 17/08/2008<br>17/08/2008                             |
| <b>AULA III (26-27/Ago)</b> | Roteiro Pratica III [Link para download]<br>Teste 2  | 22/08/2008<br>22/08/2008                             |
| <b>AULA IV (02-04/Set)</b>  | Simulação - Prática IV<br>Teste 3  | 02/09/2008<br>02/09/2008                             |
| <b>AULA V (09-10/Set)</b>   | Teste 4  | 16/09/2008   |
| <b>AULA VI (16-17/Set)</b>  | Simulação - Pratica 6<br>Teste 5   | 19/09/2008<br>16/09/2008                             |

Figura 17 – Tópico Aulas Práticas.

Ao longo dos últimos cinco semestres de oferecimento da disciplina, observou-se que uma das dificuldades enfrentadas pelos alunos era relacionar as equações matemáticas que descreviam o sistema biológico tratado, os resultados e as explicações para tais resultados. Além disso, a realização de aulas práticas em laboratórios convencionais de cinética de processos biológicos significaria aulas práticas excessivamente longas ou pouco elucidativas. Assim, a disciplina foi planejada para a realização de aulas práticas em laboratórios computacionais com estudos de simulação. Mesmo após o teste de diferentes metodologias na condução das aulas práticas, os resultados não foram considerados satisfatórios.

Parte importante deste trabalho foi a proposição de uma nova abordagem para as aulas práticas: o desenvolvimento de ambientes interativos ilustrando o comportamento dos sistemas simulados, função de alterações nos parâmetros físicos e condições iniciais.

*Prática I:* na primeira prática foram introduzidos conceitos de programação em linguagem Fortran e sobre solução numérica de equações diferenciais ordinárias (EDO). Essa prática teve como objetivos apresentar ao aluno o Programa Visual Fortran e lembrar os métodos mais utilizados na solução numérica de EDO. Essa atividade foi necessária para que os alunos entendessem os cálculos e a programação utilizados nas práticas seguintes.

*Prática II:* a aula prática II abordou a cinética de reações químicas e teve como objetivo a determinação da taxa de reação utilizando três diferentes métodos: da integração, da derivação e da técnica da velocidade inicial. A aula constou na resolução de exercícios utilizando planilhas eletrônicas. Ao final dessa prática, os alunos resolveram o primeiro teste, que continha questões de múltipla escolha e verdadeiro ou falso.

*Prática III:* nesta prática, o objetivo foi entender a representação gráfica das equações matemáticas que descrevem o desempenho dos reatores ideais. Para isso, os alunos resolveram exercícios e o segundo teste ao final da aula. Essa prática foi desenvolvida com o intuito de introduzir o comportamento dos reatores, que nas próximas práticas terão seu comportamento simulado.

*Prática IV:* na prática IV foi apresentada a primeira simulação do funcionamento de reatores ideais. O objetivo era que os alunos entendessem o funcionamento e o efeito dos parâmetros operacionais – volume e fluxo – e as concentrações dos reagentes em um reator contínuo ideal, tipo CSTR. Para isso, foram testados os efeitos das variáveis: constante da reação, ordem da reação, volume e fluxo do reator, concentrações do reagente no fluxo de alimentação e no interior do reator para  $t = 0$  e o efeito da adição de mais um reator, ligado em série. Todos esses parâmetros podiam ser manipulados pelos alunos, que alteravam seus valores na interface da simulação (Figura 18).

Os resultados de cada simulação eram apresentados em gráficos, como apresentado na Figura 19.

**Cinética de Processos Bioquímicos**

### Reatores Ideais

• Entender o funcionamento e o efeito dos parâmetros operacionais (volume e fluxo) e as concentrações dos reagentes no reator CSTR ideal.  
 Para isto, testaremos o efeito das variáveis: constante da reação, ordem da reação, volume e fluxo do reator, concentrações do reagente no fluxo de alimentação e no interior do reator (para t=0) e o efeito da adição de mais um

Fluxo (L/h)

$L_0$  (mmol/L)

$V_1$  (L)

$L_1$  (mmol/L)

$V_2$  (L)

$L_2$  (mmol/L)

Dados da reação:

$$\frac{dL}{dt} = -k \cdot (L)^n$$

k

n

Atenção: Ao digitar os dados, utilize o ponto (.) ao invés da vírgula (,)

**Simular**

**Simulações:**

Quando necessário, compare os resultados utilizando a produtividade do sistema na degradação, ou (mmoles degradados/h) ou  $(L_0 - L_f) \cdot F$ .  
 Também sugerimos fazer o gráfico de  $(-1/rL)$  vs.  $(L)$ .

Sistema não reativo x sistema reativo:  
 Neste estudo, usando um reator, você irá verificar a concentração de L na descarga, variando k,  $L_0$  e  $L_1$ :

Figura 18 – Interface da prática IV: simulação de reatores ideais.

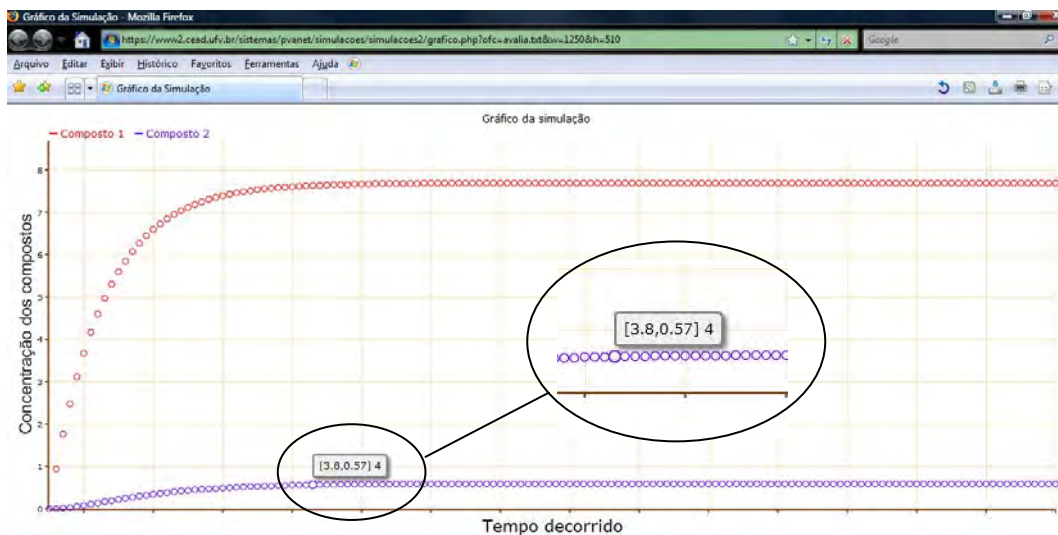


Figura 19 – Prática IV: exemplo de resultado da simulação.

Para saber os valores relacionados a cada ponto no gráfico, bastava que o aluno posicionasse o cursor do mouse sobre o ponto desejado, como mostrado na Figura 19. Após a execução de todas as simulações sugeridas no roteiro, os alunos deveriam responder ao Teste 3. Os objetivos das simulações eram facilitar o processo de entendimento do aluno e do teste e fazer a verificação.

*Prática V:* a aula prática V antecedeu a primeira avaliação presencial e, por isso, constou apenas de um teste *on-line* (Figura 20), revisando os conceitos apresentados nas aulas anteriores. As questões apresentadas foram questões do tipo verdadeiro ou falso e questões de múltipla escolha.

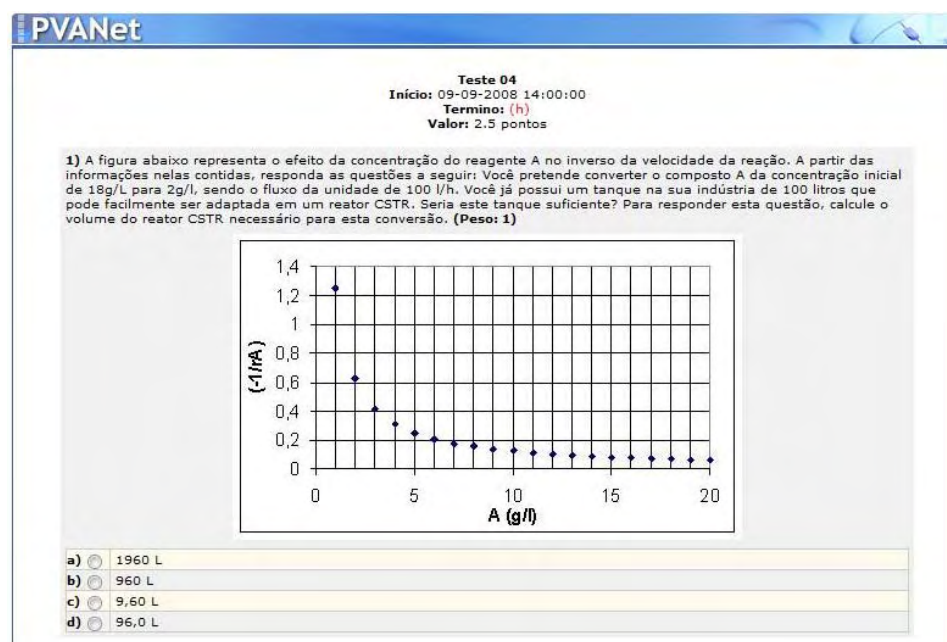


Figura 20 – Teste *on-line*.

*Prática VI:* na sexta aula foi apresentada a segunda simulação. Esta prática teve como objetivo a determinação dos coeficientes cinéticos, associados ao crescimento e não associados ao crescimento, utilizando um reator tipo batelada (Figura 21). Para isso, os alunos foram solicitados a realizar diferentes simulações, com diversas condições iniciais (concentrações de substrato, produto e, ou, inibidor). Os resultados foram apresentados em dois diferentes gráficos, a partir dos quais os alunos obteriam as informações necessárias para o cálculo dos coeficientes (Figura 22). Novamente, ao final da aula foi disponibilizado um teste para resolução *on-line*.

**Cinética de Processos Bioquímicos**

## Biorreatores

**Simulação: Cultivo de uma célula em reator tipo Batelada**

Utilize a simulação para a determinar os coeficientes relacionados ao crescimento celular:  
 $\mu_0$ ,  $K_s$ ,  $P_{max}$  e  $K_i$

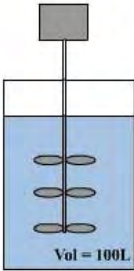
**Condições Iniciais**

$S_0$  (g/L)

$P_0$  (g/L)

$I$  (g/L)

$X$  (g/L)



**Dados sobre a célula**

O crescimento celular é afetado por três fatores:  
Concentração de Substrato, de Produto e de um Composto Inibidor

$\mu = f(S, P, I)$

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

**Simulação:**

Determine os coeficientes relacionados ao crescimento celular:  $\mu_0$ ,  $K_s$ ,  $P_{max}$  e  $K_i$

Utilize as equações da literatura para descrever o efeito de S, P e I

**1) Para determinar  $\mu_0$  e  $K_s$**

Dados de entrada:  $X_0=0.1$ ;  $P=0$ ;  $I=0$

Utilizar diferentes concentrações iniciais de substrato e estimar a velocidade específica de crescimento para cada concentração utilizando a técnica da velocidade inicial.

Calcule o  $\mu$  para as concentrações de S: 1, 2, 5, 8, 10, 20, 30 e 40 g/L.

Figura 21 – Prática VI: simulação do crescimento celular em um reator tipo batelada.



Figura 22 – Prática VI: resultados da simulação.

*Prática VII:* A aula prática VII abordou o cultivo de células em reator contínuo CSTR. A simulação apresentada foi utilizada para analisar o efeito dos parâmetros operacionais nas condições de regime permanente (Figura 23). Os resultados dessa simulação também foram apresentados em dois gráficos, como mostrado na Figura 24.

Ao final da prática foi disponibilizado aos estudantes um teste com questões do tipo verdadeiro ou falso relacionadas com simulação (Figura 25).

**Cinética de Processos Bioquímicos** **Biorreatores**

**Simulação: Cultivo de uma célula em reator contínuo CSTR**  
 Utilize a simulação para a analisar os efeitos dos parâmetros operacionais no regime permanente

**Dados de Entrada**

Fluxo (L/h)

$S_0$  (g/L)

Volume (L)

$S_r$  (g/L)

$X_0$  (g/L)

**Dados sobre a célula**

$\mu = \frac{\mu_0 \cdot S}{K_s + S}$

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

$\frac{dS}{dt} = -\frac{1}{Y_{x/s}} \cdot \frac{dX}{dt}$

$\frac{dP}{dt} = Y_{p/x} \cdot \frac{dX}{dt}$

$\mu_0 = 0.65$   
 $K_s = 2.0$

$Y_{p/x} = 0.8$   
 $Y_{x/s} = 0.5$

**Simulação:**  
 Utilize a simulação para analisar o efeito dos parâmetros: Fluxo, concentração de substrato no fluxo de alimentação ( $S_0$ ), concentração de substrato no interior do reator ( $S_r$ ) e concentração de células ( $X_0$ ) nas condições de regime permanente.

- Determine todas as equações que descrevem o comportamento do biorreator CSTR em questão.  
 Faça o balanço de massa para X, S e P.  
 a) Para o regime transiente  
 b) Para o regime permanente
- Efeito do Fluxo de Alimentação:

Figura 23 – Prática VII: simulação biorreator CSTR.

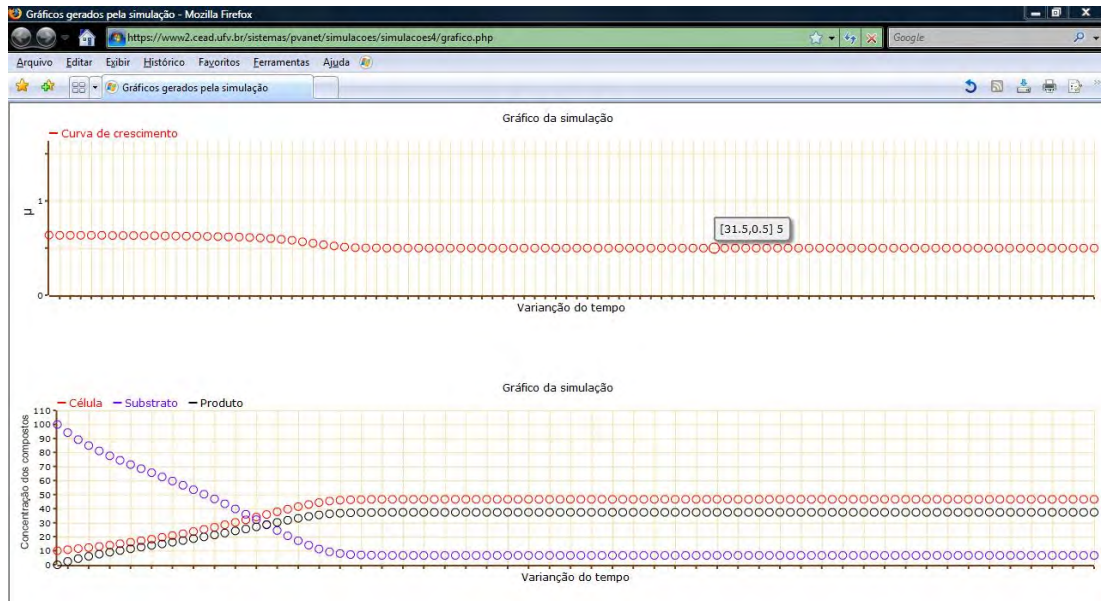


Figura 24 – Prática VII: gráficos gerados pela simulação.

**PVANet**

**TESTE 06**  
**Início:** 23-09-2008 14:00:00  
**Termino:** (h)  
**Valor:** 2.5 pontos

**1) Marque F ou V nas afirmativas abaixo: (Peso: 1)**

|    |                         |                         |   |
|----|-------------------------|-------------------------|---|
| a) | <input type="radio"/> V | <input type="radio"/> F | Quando alteramos a concentração do substrato no fluxo de alimentação do reator CSTR, a concentração do substrato no interior do reator, no novo regime permanente, não será alterada, quando a velocidade específica de crescimento da célula é limitada apenas por substrato.          |
| b) | <input type="radio"/> V | <input type="radio"/> F | Se alterarmos a concentração do substrato no fluxo de alimentação do reator CSTR, a concentração de célula no reator será mantida constante se a velocidade específica de crescimento da célula é limitada apenas por substrato.  |
| c) | <input type="radio"/> V | <input type="radio"/> F | Na prática desta semana foi possível verificar que, para o sistema descrito pelas equações matemáticas, a produtividade de célula (em g células/L.h) irá atingir um ponto de máximo.  |
| d) | <input type="radio"/> V | <input type="radio"/> F | Considerando as informações da prática da semana, é possível afirmarmos que o valor de D máximo, aquele acima do qual acontecerá a "lavagem das células", será igual a velocidade específica máxima de crescimento.   |
| e) | <input type="radio"/> V | <input type="radio"/> F | Na prática desta semana foi possível verificar que, para o sistema descrito pelas equações matemáticas, a taxa de diluição que garantirá a produtividade de células máxima será diferente do valor de D para a produtividade de produto.  |
| f) | <input type="radio"/> V | <input type="radio"/> F | A concentração de células no regime permanente em um reator CSTR será sempre independente da concentração de células no início do funcionamento do reator.  |
| g) | <input type="radio"/> V | <input type="radio"/> F | A concentração de substrato no regime permanente de um CSTR dependerá da concentração de substrato no início do processo - início do regime transiente.   |
| h) | <input type="radio"/> V | <input type="radio"/> F | Se ligarmos dois reatores CSTR em série, o fluxo de alimentação do segundo reator possuirá uma concentração de célula ( $X_1$ ) e mesmo para este reator, a velocidade específica de crescimento será igual a taxa de diluição (fazer o balanço de massa de células no segundo reator). |

Universidade Federal de Viçosa

Figura 25 – Teste de aula prática VII.

*Prática VIII:* a prática VIII constou de simulação de um biorreator ideal tipo CSTR (Figura 26). Similar à aula anterior, o objetivo foi a utilização da simulação para determinar os coeficientes cinéticos do crescimento celular, também a partir dos resultados de simulações recomendadas. Novamente, um teste relacionado com a prática foi disponibilizado para os alunos ao final da aula.

**Biorreatores**

**Simulação: Cultivo de uma célula em reator contínuo CSTR**  
 Utilize a simulação para a determinar os parâmetros cinéticos do crescimento celular

**Dados de Entrada**

Fluxo (L/h)

$S_0$  (g/L)

$X_r$  (g/L)

$S_r$  (g/L)

Vol = 100L

Fluxo X, S, P

**Dados sobre a célula**

$$\frac{dP}{dt} = Y_{p/x} \cdot \frac{dX}{dt} + Y_m \cdot X$$

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{1}{Y_{x/s}} \cdot \frac{dX}{dt} - m \cdot X$$

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

$$\mu = f(S)$$

**Simulação:**

O objetivo desta aula prática é estimar os coeficientes da equação da velocidade específica de crescimento em função da concentração de substrato e estimar os coeficientes de rendimento:  $Y_{x/s}$ ,  $m$ ,  $Y_{p/x}$  e  $Y_m$ . Para isso, você irá simular diferentes condições operacionais de um reator CSTR, em regime transiente, variando o fluxo de alimentação e obtendo as condições de cada novo regime permanente alcançado.

Valores iniciais para simulação:  $S_0=100$  g/L,  $S_r=100$  g/L,  $X_0=10$  g/L. O volume do reator é 100L.

- Determine todas as equações que descrevem o comportamento do biorreator CSTR em questão. Faça o balanço de massa para X, S e P em regime permanente e transiente.
- Varie o fluxo (10, 20, 30, 40, 50 e 60 L/h) e anote, para cada regime permanente alcançado os valores de  $\mu$ , X, S e P.

Figura 26 – Prática VIII: biorreator CSTR.

*Prática IX:* na aula IX foram apresentados dois ambientes interativos. A primeira com a simulação de um reator ideal tipo CSTR, na qual o crescimento celular era afetado por baixas e altas concentrações (Figura 27), e a segunda com cultivo de dois microrganismos também em reator ideal tipo CSTR (Figura 28).

Os resultados das simulações foram apresentados em gráficos, sendo cada simulação com dois gráficos distintos (Figuras 29 e 30). Nesta prática, após o entendimento dos processos os alunos responderam ao oitavo teste.

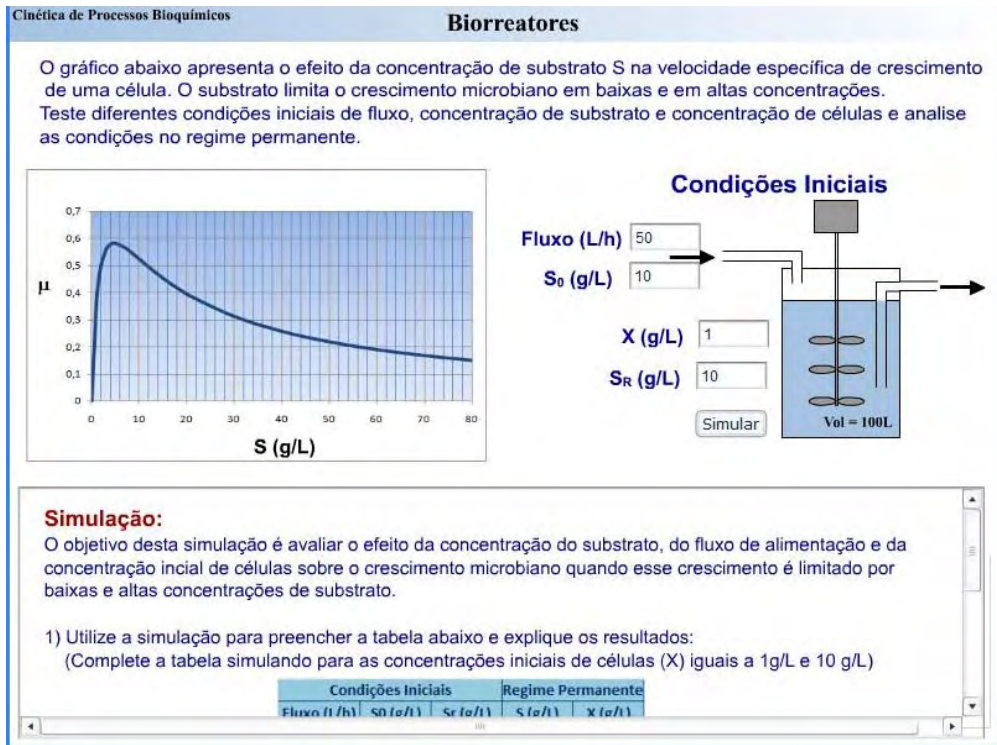


Figura 27 – Biorreator com célula afetada pela concentração de substrato.

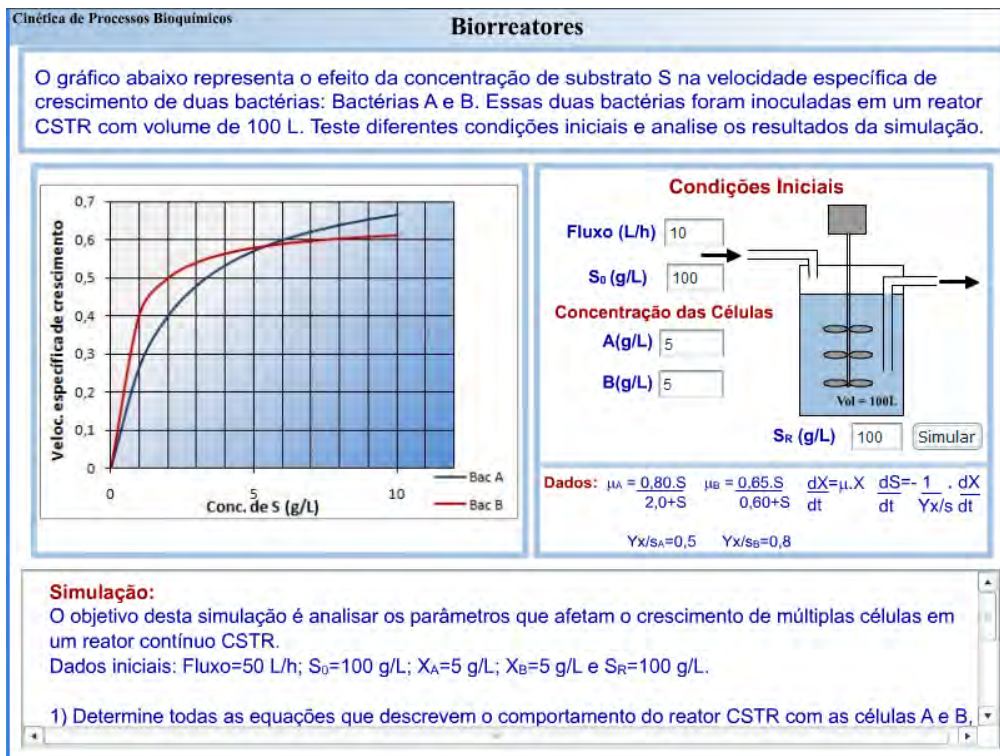


Figura 28 – Biorreator com células múltiplas.

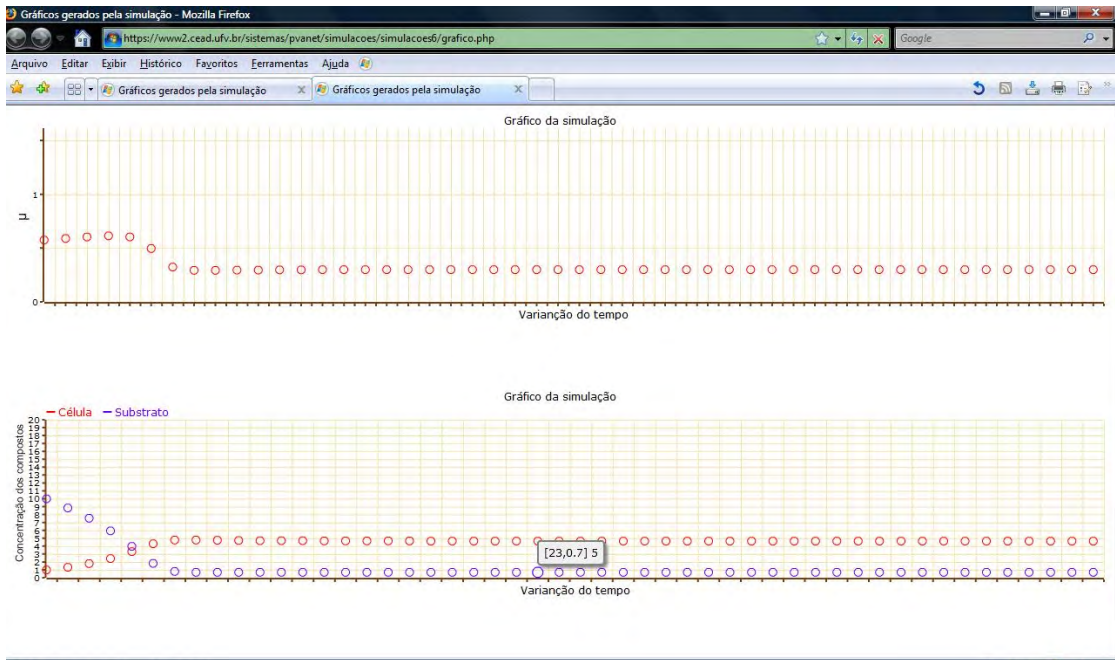


Figura 29 – Resultados da simulação: biorreator com célula afetada pela concentração de substrato em baixas e altas concentrações.



Figura 30 – Resultados do biorreator com células múltiplas.

*Prática X:* a simulação desta prática tratou da Cinética de Enzimas (Figura 31). Os objetivos eram a determinação dos parâmetros cinéticos utilizando ambiente interativo, que simulava um experimento clássico para geração da velocidade máxima, e a constante de Michaelis-Menten. As concentrações de substrato e produto, resultado da reação enzimática, foram apresentadas em gráfico (Figura 32). Após a conclusão dos experimentos, mais um teste deveria ser respondido.

*Prática XI:* a prática XI constou de um roteiro com exercícios e orientações para a simulação de um reator com enzimas imobilizadas e do teste 10 (Figura 33). Os dados gerados nas simulações realizadas foram utilizados para posterior determinação dos coeficientes cinéticos da reação enzimática utilizando planilha eletrônica.

**Cinética de Enzimas**

Nesta prática, você irá utilizar um conjunto de informações de uma reação de degradação do substrato S no produto P catalisada por uma determinada enzima. Com as informações de  $k_1$ ,  $k_2$  e  $k_3$ , você irá simular a reação, utilizando diferentes valores de concentração de substrato e de enzima. O mecanismo da reação é apresentado a seguir:

$$S \xrightarrow{E} P$$

Mecanismo:

$$\left\{ \begin{array}{l} E + S \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} ES^* \\ ES^* \xrightarrow{k_3} E + P \end{array} \right.$$

**Procedimento:**

- 1) Estimativa de  $V_{m\acute{a}x}$  e  $K_m$ :
  - a) Utilizando as aproximações de Michaelis-Menten obtenha a equação que define a velocidade de reação ( $-dS/dt$ ). O que representam  $V_{m\acute{a}x}$  e  $K_m$  na equação?
  - b) Utilize a simulação para verificar se as aproximações propostas condizem com a reação simulada. Você deve utilizar a *Técnica da Velocidade Inicial* para determinar  $K_m$  e  $V_{m\acute{a}x}$ . Varie a concentração de S (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 e 1.0 mol/L) e mantenha a concentração de enzima em 0.01 mol/L.
- 2) Confiança no Modelo de Michaelis-Menten:
 


Calcule a velocidade da reação para cada concentração de enzima, faça o gráfico de Velocidade versus  $E_0$  e analise a confiança do modelo de Michaelis-Menten. Você deve variar a concentração de  $E_0$  e manter a concentração de S constante.

  - a) Para  $S=1.0$  mol/L, varie  $E_0$ : 0.01, 0.025, 0.05, 0.1, 0.2 e 0.5 mol/L
  - b) Para  $S=0.5$  mol/L, varie  $E_0$ : 0.01, 0.025, 0.05, 0.1 e 0.2 mol/L

**Experimento Simulado:**

Concentração de Substrato (mol/L):

Concentração de Enzima (mol/L):



**Dados da reação:**

$K_1=40L/mol.s$

$K_2=5s^{-1}$

$K_3=0.5s^{-1}$

**Atenção:** Os resultados são apresentados no gráfico de (S e P) versus tempo(seg). Utilize a planilha do Excel para fazer os cálculos.

Figura 31 – Prática X: simulação de reação enzimática.

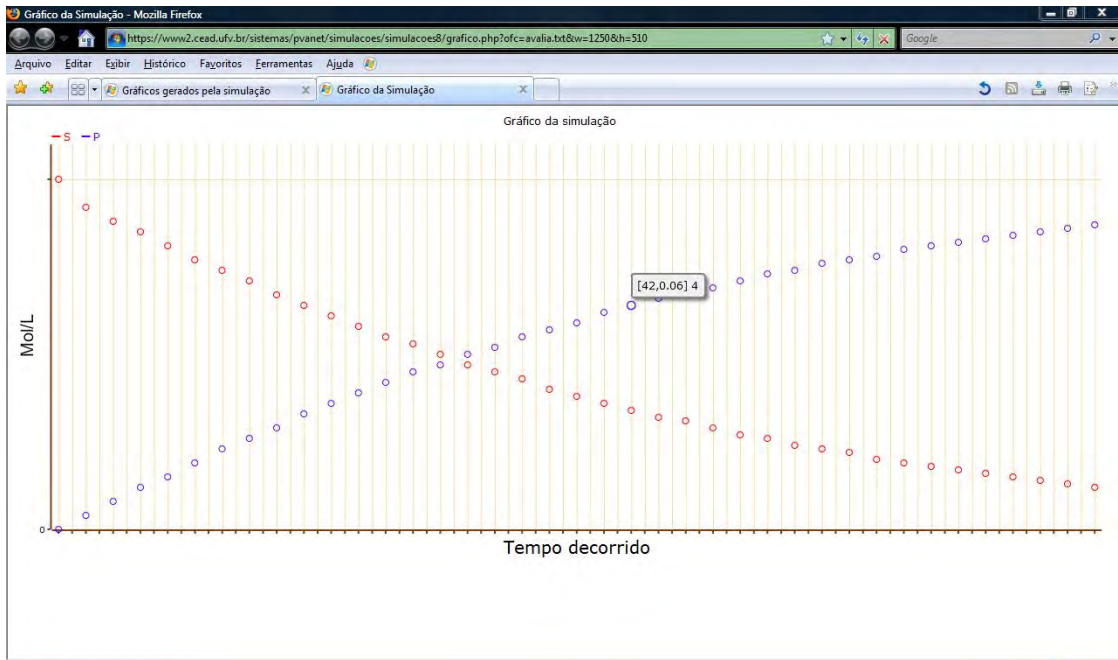


Figura 32 – Resultados da simulação de reação enzimática.

**Cinética de Processos Bioquímicos**

### Cinética de Enzimas

Nesta prática, você irá utilizar um conjunto de informações de uma reação de degradação do substrato S no produto P catalisada por uma determinada enzima, em um reator CSTR com enzimas imobilizadas. Você irá simular a reação, utilizando diferentes valores de fluxo de alimentação. O mecanismo da reação é apresentado a seguir:

$$S \xrightarrow{E} P$$

Mecanismo: 
$$\begin{cases} E + S \xrightleftharpoons[K_2]{K_1} ES^* \\ ES^* \xrightarrow{K_3} E + P \end{cases}$$

**Procedimento:**

1) Estimativa de  $V_{m\acute{a}x}$  e  $K_m$ :  
Utilizando as aproximações de Michaelis-Menten e os dados de um reator contínuo CSTR e obtenha a equação que define a velocidade de reação (-dS/dt). Quais são os valores  $V_{m\acute{a}x}$  e  $K_M$  na equação? Compare com os valores calculados pela equação de Michaelis-Menten.

Para os cálculos utilize:  
 $E_0 = 0.01 \text{ mol/L}$   
 $(S_0) = 0.5 \text{ mol/L}$   
 Varie o fluxo: 2, 5, 10, 15 e 20 ml/s

**Experimento Simulado:**

Fluxo (ml/s):

Concentração de Substrato (mol/L):

Concentração de Enzima (mol/L):

Vol=500 ml

Sistema de imobilização de enzimas

Dados da reação:  
 $K_1 = 40 \text{ L/mol.s}$   
 $K_2 = 5 \text{ s}^{-1}$   
 $K_3 = 0.5 \text{ s}^{-1}$

Atenção:  
Os resultados são apresentados no gráfico de (S e P) versus tempo(seg). Utilize a planilha do Excel para fazer os cálculos.

Figura 33 – Simulação reator CSTR com enzimas imobilizadas.

A última aula prática produzida foi a aula XII. Essa aula teve como objetivo a aplicação da regressão não linear, utilizando o Programa Estatístico SAS na estimativa dos coeficientes cinéticos. Nela, os alunos familiarizaram-se com o *software* e realizaram um exercício utilizando esse Programa. Foi disponibilizado um roteiro com as informações necessárias para a utilização do *software*.

## **5.2. Avaliações**

Ao final do semestre de oferecimento da disciplina (segundo semestre de 2008), foi realizada a avaliação do material disponibilizado. Os questionários (Anexo 1), preparados e testados, foram aplicados aos alunos matriculados na disciplina, para ex-alunos e para profissionais que atuam na área, professores ou não.

Foram respondidos 46 questionários, divididos em quatro grupos: alunos do módulo presencial (22 questionários respondidos), alunos do módulo semipresencial (6 questionários); ex-alunos (13 ex-alunos participaram da avaliação) e, por fim, profissionais da área de processos bioquímicos (5 questionários respondidos). Os questionários sofreram algumas alterações de um público para o outro, porém as questões básicas de avaliação foram as mesmas entre os diferentes grupos. Avaliaram-se a organização da disciplina no PVANet, as aulas práticas e simulações, os módulos de apresentação e a impressão global da disciplina.

### **5.2.1. Apresentação e organização da disciplina na Plataforma PVANet**

Para avaliação da plataforma PVANet, foram levantadas questões gerais para todos os públicos sobre a organização dos conteúdos da disciplina, as ferramentas disponíveis para o usuário, os benefícios da utilização desse tipo de plataforma e sugestões de mudanças. Especificamente para os alunos, foram feitas questões sobre a qualidade do material didático disponibilizado.

Quando questionados sobre os “benefícios da utilização de material didático” informatizado como suporte à disciplina, vários pontos foram destacados. Na Tabela 2, apresentam-se as opções disponíveis e os resultados apontados pelos avaliadores.

Tabela 2 – Respostas dos avaliadores com relação aos benefícios na utilização do PVANet

| Benefícios da utilização do PVANet      | Total de respostas por grupo avaliado (%) |                         |           |               |       |
|---|---|-------------------------|-----------|---------------|-------|
|   | Alunos (Presencial)                       | Alunos (Semipresencial) | Ex-alunos | Profissionais | Geral |
| Possibilidade de estudo autônomo        | 77,0%                                     | 83,3%                   | 93,0%     | 80%           | 82,6% |
| Melhor administração do tempo de estudo | 64,6%                                     | 66,7%                   | 53,8%     | 100%          | 65,2% |
| Realização de atividades em grupo       | 22,7%                                     | 0,0%                    | 53,8%     | 20%           | 28,3% |
| Interação professor-aluno               | 45,5%                                     | 33,0%                   | 53,8%     | 40%           | 45,6% |
| Maior estímulo ao estudo                | 31,8%                                     | 16,7%                   | 15,4%     | 60%           | 28,3% |
| Outros                                  | 9,0%                                      | 0,0%                    | 7,7%      | 0%            | 6,5%  |

A possibilidade de **estudo autônomo** foi apontada como benefício para 77% dos alunos presenciais; para os alunos da modalidade semipresencial, essa possibilidade foi assinalada por 83,3% dos estudantes; e, para 92,3% dos ex-alunos e 80% dos profissionais avaliados, essa opção foi escolhida. Pode-se perceber, na Tabela 2, que a alternativa foi destacada por todos os públicos, possuindo elevados escores. Avaliando globalmente, 82,6% dos avaliados destacaram a utilidade de estudo autônomo como fator positivo da utilização de material informatizado.

A possibilidade de **administrar o tempo de estudo** também foi bem avaliada por todos os públicos. Para 64,6% dos alunos da modalidade presencial, 66,7% dos alunos na modalidade semipresencial, 53,8% dos ex-alunos e para 100% dos profissionais ligados à área de processos bioquímicos o material informatizado possibilita melhor administração do tempo de estudo. Em geral, 65,2% dos avaliados julgaram como vantajosa a possibilidade de administração dos estudos proporcionada pelo ambiente virtual de aprendizagem.

A facilidade de **realização de tarefas em grupos**, mediada pela plataforma, foi apontada como benefício por 22,7% dos alunos presenciais, 53,8% dos ex-alunos, 20% dos profissionais da área e não foi apontada como vantagem pelos alunos do modelo semipresencial. Para 28,3% do público total avaliado, essa opção foi escolhida. Um ex-aluno destacou esse ponto, fazendo o seguinte comentário: “O ambiente do PVANet facilita a discussão de diferentes temas e projetos entre os alunos como, por exemplo, já foi feito na própria disciplina de TAL 416, onde um grupo de estudantes fazia críticas e sugestões sobre o projeto de outros grupos”.

Uma das facilidades que a plataforma oferece é a **interação entre usuários**. Para 45,5% dos alunos da modalidade presencial, 33% dos alunos semipresenciais,

53,8% dos ex-alunos e 40% dos professores, a utilização da plataforma facilita a interatividade professor-aluno. E 45,6% dos avaliados destacaram esse ponto.

**Maior estímulo ao estudo** foi apontado como benefício por 31,8% dos alunos da modalidade presencial, 16,7% da modalidade semipresencial, 15,4% dos ex-alunos e 60% dos profissionais ligados à área. No total, 28,3% dos participantes escolheram essa opção.

Ainda como benefícios, um aluno da modalidade presencial destacou a maior assimilação de conteúdo utilizando esse tipo de material informatizado; para outro, é mais um recurso para estudos, e um ex-aluno destacou “a utilização de recursos que na maioria das vezes não estão disponíveis na sala de aula como, por exemplo, as diferentes ferramentas da Tecnologia da Informação”.

Na Figura 34, apresentam-se os benefícios apontados pelo público total.



Figura 34 – Benefícios apontados pelos avaliadores com relação à utilização de materiais didáticos mediados pelo PVANet.

Analisando os resultados, percebeu-se que a possibilidade de estudo autônomo e a administração do tempo de estudo são os fatores mais destacados pelos avaliadores. Vale ressaltar que 100% dos profissionais avaliados destacaram a administração do tempo de estudo como benefício, fato que demonstra o dinamismo que o mundo atual exige dos profissionais, necessitando de um planejamento das

atividades pessoais e otimização do tempo, levando, assim, os participantes a ressaltarem esses pontos como fatores vantajosos para os alunos. Ainda nesse sentido, foi destaque para os ex-alunos a possibilidade de estudo autônomo (92,3% dos avaliadores desse grupo), convergindo para o mesmo fato do dinamismo e a exigência do atual mercado.

Para os alunos, tanto da modalidade presencial quanto da modalidade semipresencial, também se destacam estudo autônomo e administração do tempo de estudo. Esse fato pode ser explicado pela participação dos alunos em projetos extraclasses, pesquisa de iniciação científica e outras atividades que são realizadas pela maioria dos estudantes na fase do final do curso (alunos do 8º, 9º e 10º períodos). Essa fase coincide com o período em que a disciplina é lecionada, permitindo ao aluno maior independência nos estudos e planejamento do seu tempo.

Pelas respostas, percebe-se a necessidade de estimular a realização de trabalhos em grupos e a utilização das ferramentas síncronas e assíncronas de comunicação por parte de alunos e professores, mediados pelo PVANet. O ambiente virtual pode proporcionar esses encontros e realização de trabalhos, fazendo que os alunos e professores otimizem a administração de suas atividades.

Uma das questões proposta aos participantes foi relacionada às “ferramentas disponibilizadas no ambiente” – e-mail, *chat*, ferramentas de conteúdo, perguntas e respostas e fórum. Foi questionado se essas ferramentas eram suficientes para o bom andamento da disciplina. Como opção de respostas, os avaliadores possuíam quatro alternativas: satisfatório, na maioria das vezes satisfatório, pouco satisfatório e insatisfatório.

Como resultado, 77,3% dos alunos da modalidade presencial, 83,3% dos alunos da semipresencial, 53,8% dos ex-alunos e 100% dos profissionais ligados ao tema afirmaram que as ferramentas disponíveis eram satisfatórias; 38,5% dos ex-alunos e 18,2% dos alunos presenciais responderam que as ferramentas eram, na maioria das vezes, satisfatórias. Para apenas 7,7% dos ex-alunos, 16,7% dos alunos semipresenciais e 9,1% dos alunos presenciais, as ferramentas eram poucas vezes satisfatórias. Nenhum avaliador julgou como insatisfatório o número de ferramentas.

Na Figura 35, apresenta-se o resultado englobando todos os avaliadores.

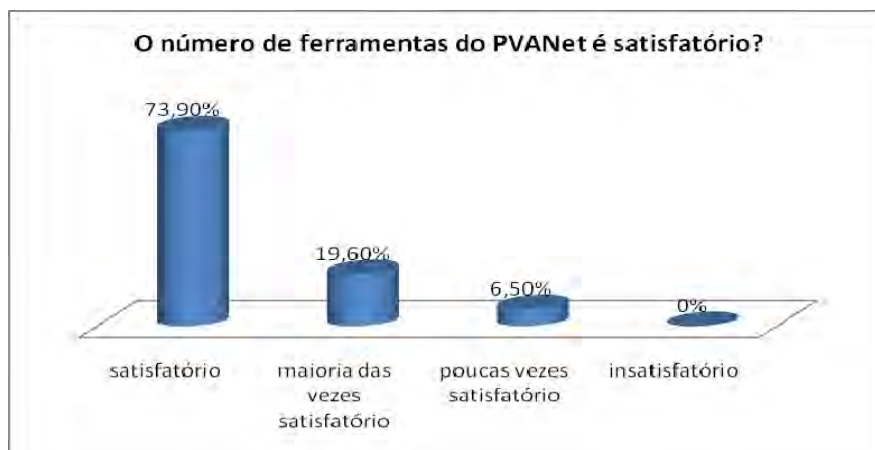


Figura 35 – Resultados à pergunta: o número de ferramentas do PVANet é satisfatório?

Analisando todos os públicos em conjunto, para 73,9% dos avaliadores o número de ferramentas é adequado e, para 19,6%, na maioria das vezes adequado. Os dados refletem avaliação muito positiva do ambiente virtual e suas ferramentas, já que 93,5% dos participantes julgaram como satisfatórias ou, na maioria das vezes, satisfatórias as ferramentas disponibilizadas no sistema. Pode-se afirmar que esse alto índice se deve à diversidade de opções que a plataforma oferece, como o e-mail, o sistema de bate-papo e o fórum, que proporcionam maior contato entre os alunos e professores. Destacam-se também as ferramentas de conteúdo que proporcionam a disposição de arquivos em diferentes formatos (doc, swf, xls, HTML etc.).

Com relação à “organização da disciplina” *Cinética de Processos Bioquímicos* na plataforma PVANet, foram formuladas questões diferentes para os públicos avaliados. Profissionais e ex-alunos responderam a uma questão mais geral, enquanto os alunos responderam questões mais específicas, uma vez que esse público lidou com a disciplina durante um período maior.

Ex-alunos e profissionais da área de Processos Bioquímicos foram questionados sobre a organização da disciplina *Cinética de Processos Bioquímicos* no PVANet e tiveram quatro opções de resposta para a questão: satisfatório, na maioria das vezes satisfatório, pouco satisfatório e insatisfatório. Para 80% dos profissionais e 69% dos ex-alunos, a maneira como foi disposta a disciplina é satisfatória, já para 31% dos ex-alunos e 20% dos profissionais a organização foi satisfatória na maioria das vezes. Assim, 100% dos profissionais e ex-alunos

julgarão como satisfatória ou, na maioria das vezes, satisfatória a organização da disciplina no ambiente virtual.

Para os alunos que cursaram a disciplina, tanto na modalidade presencial quanto na semipresencial, foram formuladas questões mais específicas sobre os conteúdos dispostos no ambiente PVANet. Foram avaliadas a atratividade do ambiente, as estratégias didáticas utilizadas na estruturação da disciplina, a clareza do conteúdo e, ainda, se os conteúdos eram suficientes para o bom desempenho na disciplina e se os exercícios sugeridos satisfaziam o aluno.

Na Tabela 3, apresentam-se os resultados para a pergunta: “O PVANet é atrativo, capaz de despertar no aluno, o interesse pelo conteúdo da disciplina?”, realizada para os alunos da modalidade presencial e da modalidade semipresencial. Quarenta e um por cento dos alunos presenciais e 16,7% dos alunos semipresenciais julgaram que sim, o ambiente era atrativo e, para 45,5% dos alunos presenciais e 66,6% dos alunos semipresenciais, o ambiente despertava, na maioria das vezes, o interesse do aluno pela disciplina. Para 16,7% dos estudantes da modalidade semipresencial, o ambiente era pouco atrativo, e para 13,6% da modalidade presencial não era atrativo. No global, mais de 85% dos alunos consideravam o ambiente atrativo ou, na maioria das vezes, atrativo, despertando o interesse dos estudantes pela disciplina.

Tabela 3 – Respostas dos alunos com relação à atratividade do ambiente virtual

| O ambiente é atrativo? | Total de respostas por grupo avaliado (%) |                         |       |
|------------------------|---|-------------------------|-------|
|                        | Alunos (Presencial)                       | Alunos (Semipresencial) | Geral |
| Sim                    | 41,0%                                     | 16,7%                   | 35,7% |
| Na maioria das vezes   | 45,5%                                     | 66,6%                   | 50,0% |
| Poucas vezes           | 0,0%                                      | 16,7%                   | 3,6%  |
| Não                    | 13,6%                                     | 0,0%                    | 10,7% |

Com relação às “estratégias didáticas”, os alunos foram questionados se aprovavam as estratégias utilizadas para estruturação da disciplina no PVANet: disponibilização de conteúdos, aulas práticas virtuais e realização de testes *on-line*. Os estudantes tinham como opção: sim, na maioria das vezes, poucas vezes e não. Com resultado, 100% dos alunos semipresenciais aprovavam as estratégias, e, para

os discentes da modalidade presencial, 81,8% julgaram satisfatórias e 18,2% julgaram, na maioria das vezes, satisfatórias as estratégias. Nenhum estudante rejeitou ou considerou pouco satisfatórias as estratégias utilizadas. Com a diversificação nos formatos apresentados para os conteúdos – capítulos completos, apresentações resumidas, apresentações narradas, testes *on-line* e simulações – procurou-se satisfazer os diferentes estilos de aprendizagem utilizando uma variedade de formato de material e recursos.

A “clareza do material” disponibilizado foi também avaliada. Nessa questão, os alunos tinham como opção para a pergunta “o conteúdo disponibilizado na disciplina é claro?” quatro alternativas: sim, na maioria das vezes, poucas vezes e não. O resultado mostrou que 77,3% dos alunos da modalidade presencial e 50% da semipresencial consideraram que o conteúdo disponibilizado é claro; para 18,2% do presencial e 50% do semipresencial, o conteúdo é na maioria das vezes claro, e apenas um aluno do presencial considerou o conteúdo com pouca clareza. No global, 71,4% dos estudantes consideraram os conteúdos suficientemente claros, 25% consideraram na maioria das vezes claro e apenas 3,6% julgaram o material poucas vezes claro (Figura 36).



Figura 36 – Avaliação dos alunos com relação ao conteúdo: “Eram claros?”

Ainda questionados sobre o conteúdo, perguntou-se se o “material disponibilizado era suficiente” para o bom desempenho dos alunos na disciplina. Para os estudantes da modalidade presencial, 50% dos estudantes consideraram que

sim e os outros 50% também, na maioria das vezes. Para os alunos da semipresencial, 66,7% consideraram o material suficiente e 33,3%, na maioria das vezes suficiente. No global, 100% dos alunos consideraram o material apresentado suficiente ou, na maioria das vezes, suficiente para um bom desempenho na disciplina, com destaque para os alunos da modalidade semipresencial, que não acompanhavam às aulas e estudavam utilizando o material disponibilizado, muitas vezes sem o auxílio do professor, a não ser nas reuniões semanais não obrigatórias (Figura 37).

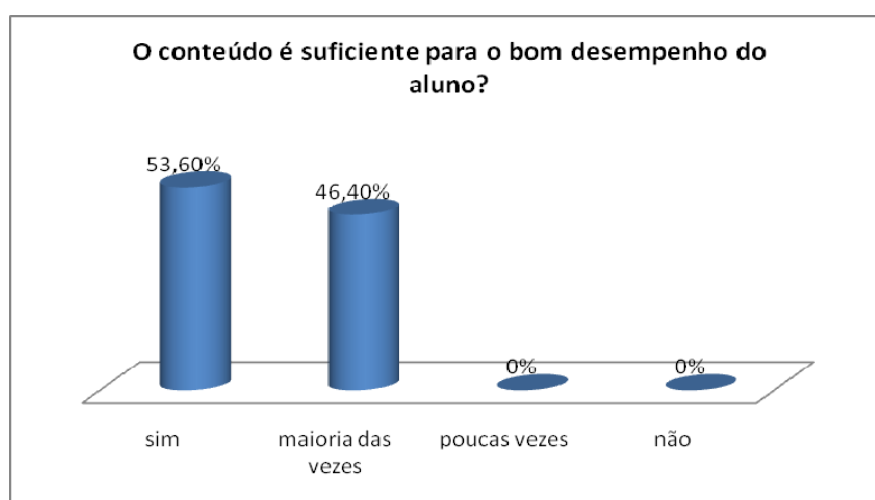


Figura 37 – Avaliação dos alunos sobre o conteúdo. “Eram suficientes para o aprendizado?”

Os alunos foram também questionados quanto aos exercícios disponibilizados para estudo. Para os alunos presenciais, 41% avaliaram como suficientes para fixação do conteúdo, 45,5% como na maioria das vezes suficientes, 9% como pouco suficientes e 4,5% como insuficientes. Já para os alunos da modalidade semipresencial 33,3% julgaram como suficientes e 66,7% como na maioria das vezes suficientes. Na Figura 38, apresenta-se o resultado considerando o total de alunos, presencial e semipresencial.

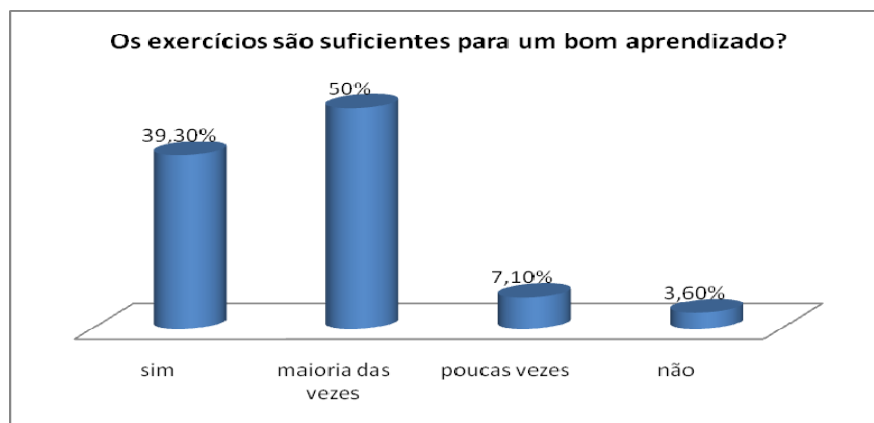


Figura 38 – Resultado geral: avaliação dos alunos sobre os exercícios disponibilizados na disciplina.

Para finalizar a análise da organização do ambiente, todos os diferentes públicos foram solicitados a sugerir “alterações no PVANet”. A Tabela 4 contém as sugestões indicadas pelos diferentes públicos.

Tabela 4 – Sugestões apresentadas pelos avaliadores para modificações no ambiente PVANet

| Sugestões                           | Total de respostas por grupo avaliado (%) |                         |           |               |       |
|-------------------------------------|---|-------------------------|-----------|---------------|-------|
|                                     | Alunos (Presencial)                       | Alunos (Semipresencial) | Ex-alunos | Profissionais | Geral |
| Alterações no visual do PVANet      | 18,2%                                     | 16,7%                   | 7,7%      | 40%           | 17,4% |
| Modificações nos textos (conteúdos) | 22,7%                                     | 0,0%                    | 7,7%      | 0%            | 13,0% |
| Modificações nos módulos            | 9,0%                                      | 0,0%                    | 15,4%     | 0%            | 8,7%  |
| Inclusão de recursos/atividades     | 9,0%                                      | 16,7%                   | 23,0%     | 0%            | 10,9% |
| Exclusão de recursos/atividades     | 9,0%                                      | 0,0%                    | 7,7%      | 0%            | 4,3%  |
| Nenhuma alteração                   | 60,0%                                     | 50,0%                   | 46,0%     | 60%           | 54,3% |
| Outros                              | 9,0%                                      | 16,6%                   | 7,7%      | 0%            | 6,5%  |

Em todos os grupos avaliados, o maior percentual de respostas, variando entre 50% e 60%, consideraram o ambiente de ensino como adequado e não sugeriram alterações. Do total de avaliadores, 54,3% não indicaram alterações. Todas as outras opções apresentaram porcentagens relativamente baixas e bem distribuídas; 17,4% do total de avaliadores sugeriram alterações no visual do PVANet. Vinte e três por cento dos ex-alunos e 16,7% dos estudantes da modalidade semipresencial sugeriram a inclusão de recursos/atividades.

Nenhum aluno da modalidade semipresencial sugeriu alterações nos conteúdos para leitura e nos módulos de apresentação. Esses alunos não assistiam às aulas e dependiam bastante da qualidade e clareza do material disponibilizado.

Lévy (1999), tratando da inserção das nTICs no processo de ensino, destacou que a distinção entre ensino presencial e ensino a distância se torna cada vez menos pertinente, já que o uso dos suportes de multimídia interativos vem sendo integrado às formas mais clássicas de ensino. Essa afirmativa também vai ao encontro dos resultados obtidos neste estudo, como pode ser visto nas Tabelas 2 e 3.

Tanto o público da modalidade semipresencial quanto o da presencial utilizaram o ambiente e as ferramentas disponibilizadas e demonstraram satisfação quanto à maneira como a disciplina foi apresentada e às estratégias utilizadas. A utilização do PVANet e as aulas virtuais, de acordo com os alunos das modalidades presencial e semipresencial, ex-alunos e profissionais participantes da pesquisa, teve elevada aceitação, mostrando a efetividade da inclusão de nTICs no processo ensino-aprendizado, fator percebido pelos apontamentos das vantagens que a plataforma virtual oferece ao estudante (Tabela 2), a avaliação da atratividade do ambiente (Tabela 3), elevados escores com relação às ferramentas dispostas no PVANet (Figura 35) e clareza do material (Figura 36).

O ambiente virtual PVANet foi avaliado satisfatoriamente, tanto por parte dos alunos da modalidade presencial quanto da modalidade semipresencial, bem como por ex-alunos e profissionais, indo ao encontro do que afirmou Guerra (2000) a respeito do desenvolvimento atual dos computadores, com novos equipamentos de *hardware* e *software*. Esse resultado positivo pode ser percebido ao se analisarem as sugestões de alterações propostas pelos avaliadores na Tabela 4. A opção “nenhuma alteração” necessária obteve a maior frequência de indicações em todos os grupos.

Durante a avaliação sobre as características e vantagens de utilização do PVANet, os pontos mais ressaltados pelos avaliadores foram a possibilidade de estudo autônomo e a melhor administração do tempo de estudo (Tabela 2). Esses fatores convergem para o que Moran *et al.* (2001) afirmaram sobre a utilização de material didático veiculado pela Internet. Segundo esses autores, uma das características marcantes desse tipo de ambiente virtual e material informatizado é a adaptação a ritmos diferentes, pois a pesquisa individual permite que o aluno trabalhe no seu ritmo, podendo parar e acessar novamente aquele conteúdo com dificuldade de entendimento.

A boa avaliação dos materiais didáticos informatizados, feita pelos participantes deste trabalho, pode ser reflexo da diversidade nos formatos apresentados. Segundo Moran (2008), um bom material didático para ensino mediado por computador é aquele que instiga a pesquisa, trocas e produção conjunta, além de suprir a menor disponibilidade ao vivo do professor. De acordo com esse autor, é importante ter materiais mais elaborados, mais autoexplicativos, com mais desdobramentos. Os materiais da disciplina *Cinética de Processos Bioquímicos* foram produzidos com o objetivo de atender às necessidades dos alunos da modalidade presencial e da modalidade semipresencial.

### 5.2.2. Avaliação das apresentações (Módulos dos Capítulos)

Os participantes do processo de avaliação, alunos, ex-alunos e profissionais também auxiliaram na avaliação das apresentações que resumiam os assuntos abordados na disciplina. O *design*, a narração e os conteúdos dos módulos foram julgados. Na Figura 39, apresenta um dos *slides* exibidos na disciplina.

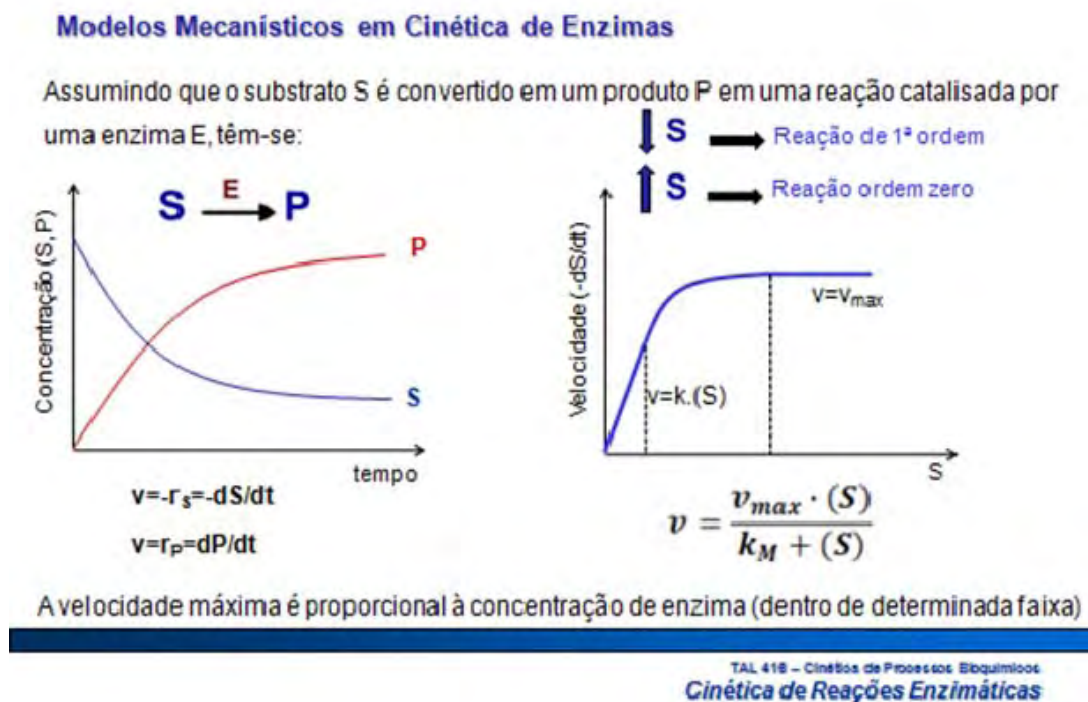


Figura 39 – *Slide* apresentado em um dos módulos da disciplina.

Uma questão formulada foi-se “o *design* das apresentações era satisfatório?” Na Tabela 5, apresentam os resultados. Para 100% dos avaliados, os módulos foram satisfatórios (76%) ou satisfatórios na maioria das vezes com relação à aparência dos *slides*. Esse resultado reflete a adequação na aparência das apresentações.

Tabela 5 – Respostas dos avaliadores à questão “o *design* das apresentações é satisfatório?”

| Opções               | Total de respostas por grupo avaliado (%) |                         |           |               |       |
|----------------------|---|-------------------------|-----------|---------------|-------|
|                      | Alunos (Presencial)                       | Alunos (Semipresencial) | Ex-alunos | Profissionais | Geral |
| Sim                  | 77,3%                                     | 83,3%                   | 84,6%     | 40%           | 76,0% |
| Na maioria das vezes | 22,7%                                     | 16,7%                   | 15,4%     | 60%           | 24,0% |
| Poucas vezes         | 0,0%                                      | 0,0%                    | 0,0%      | 0%            | 0,0%  |
| Não                  | 0,0%                                      | 0,0%                    | 0,0%      | 0%            | 0,0%  |

Os módulos de apresentação foram também avaliados quanto à narração – áudio-aulas. Neste quesito, foi disponibilizada para os avaliadores uma áudio-aula com animações e narração, para comparação com as apresentações sem narração. Para 93% dos alunos, a apresentação narrada foi considerada melhor que as apresentações sem narração. Para 92% dos profissionais e para 80% dos ex-alunos, a narração torna a apresentação mais atrativa. Apenas 8,7% dos avaliadores, dois alunos, um ex-aluno e um profissional rejeitaram a narração.

Após essa avaliação, os participantes foram questionados sobre as sugestões de mudanças para os módulos. Na Tabela 6, apresentam-se os resultados.

Tabela 6 – Sugestões dos avaliadores para alterações das apresentações (módulos)

| Sugestões                              | Total de respostas por grupo avaliado (%) |                         |           |               |       |
|--|---|-------------------------|-----------|---------------|-------|
|  | Alunos (Presencial)                       | Alunos (Semipresencial) | Ex-alunos | Profissionais | Geral |
| Alterações no visual das apresentações | 0,0%                                      | 0,0%                    | 7,7%      | 40%           | 6,5%  |
| Modificações nos textos                | 0,0%                                      | 0,0%                    | 7,7%      | 0%            | 2,0%  |
| Narração de todas as apresentações     | 59,0%                                     | 100,0%                  | 61,5%     | 80%           | 67,4% |
| Exclusão das narrações                 | 0,0%                                      | 0,0%                    | 0,0%      | 0%            | 0,0%  |
| Nenhuma alteração                      | 36,0%                                     | 0,0%                    | 0,0%      | 0%            | 17,4% |
| Outros                                 | 3,0%                                      | 0,0%                    | 24,0%     | 40%           | 17,4% |

Do total de avaliadores, 67,4% sugeriram a narração de todos os módulos. Um resultado expressivo encontra-se no grupo dos alunos da modalidade semipresencial, já que todos os alunos participantes julgaram essa alteração como necessária. Uma possível explicação para esse dado é a ausência de aulas para esse grupo de alunos.

Os avaliadores foram também questionados sobre os motivos que fazem a apresentação narrada ser melhor ou pior que aquelas sem narrativas. Entre os muitos fatores apontados, a “facilidade de compreensão” e a “motivação para o estudo” foram os fatores mais destacados.

A seguir são dispostos alguns comentários de avaliadores com relação a essa questão: Qual a sua avaliação quanto às apresentações narradas: são melhores que as sem narração? Por quê?

De acordo com um aluno da modalidade semipresencial: as apresentações narradas são melhores que as sem narração, porque “a apresentação narrada é mais dinâmica e as informações seguem uma ordem de apresentação que talvez não seguissemos se não houvesse narração; elas ainda reduzem o tempo de leitura para o efeito de revisão da matéria”.

Entre os alunos da modalidade presencial, as opiniões foram semelhantes, com muitos estudantes destacando também maior dinamismo nas apresentações com narração, prendendo a atenção do aluno e facilitando a compreensão. Entre as opiniões expostas estão as seguintes: “é uma maneira de prender um pouco mais a atenção do leitor e tornar o estudo menos cansativo” e “o processo de ouvir facilita o aprendizado. Sugiro as duas versões: narrada e sem narração”.

Alguns alunos da modalidade presencial não avaliaram as narrativas como fator que melhore a apresentação. Segundo um aluno, “comparativamente, ambas tem igual importância no auxílio ao estudo e tem a função de se complementarem. Por exemplo, os módulos sem narração permitem um estudo mais detalhado e reflexivo, porém os módulos narrados permitem que algum ponto não entendido seja sanado rapidamente. A presença de ambas, narradas e não narradas, é importante”.

Outro estudante da modalidade presencial que não avaliou a narração como fator que melhore as apresentações destacou que “as apresentações narradas não são melhores nem piores. Deveriam ter alguns módulos narrados, de assuntos específicos, mas se tivesse narração em todos ficaria cansativo”.

Analisando essas duas últimas afirmativas, apesar de não avaliarem como fator fundamental para a apresentação, os dois alunos concordaram que a presença de narrativas é interessante, desde que se respeite um limite.

A afirmativa de um profissional da área de Cinética de processos bioquímicos participante da pesquisa vai de encontro às opiniões anteriores. Segundo esse profissional, as narrações “melhoram a organização (ordenação) das ideias, o que faz que o aluno fique menos disperso e compreenda melhor as aulas”.

Essas afirmativas confirmam o objetivo que se desejava alcançar com a narração: maior dinamismo nas apresentações. Ainda, pode-se ressaltar que alguns estudantes possuem maior facilidade ao escutarem, e outros são mais atentos ao visual. A utilização de módulos animados, narrados e outros sem narração, abrange todos os estilos de aprendizagem, otimizando o processo de ensino-aprendizagem.

### 5.2.3. Avaliação das aulas práticas/ambientes interativos

Uma das principais ações neste trabalho foi o desenvolvimento de aulas práticas virtuais, com simulações de experimentos. Alunos, ex-alunos e profissionais da área de processos bioquímicos também responderam a um questionário, avaliando as aulas, as mudanças realizadas, com espaço para sugestões de alterações.

Alunos, ex-alunos e profissionais foram questionados se “a estrutura das aulas práticas”, que continham experimentos simulados, exercícios e testes *on-line*, era satisfatória. A Tabela 7 contém os resultados.

Tabela 7 – Respostas dos avaliadores quanto à “estruturação das aulas contendo experimentos simulados, exercícios e testes *on-line* era satisfatória?”

| Opções               | Total de respostas por grupo avaliado (%) |                         |           |               |       |
|----------------------|---|-------------------------|-----------|---------------|-------|
|                      | Alunos (Presencial)                       | Alunos (Semipresencial) | Ex-alunos | Profissionais | Geral |
| Sim                  | 54,5%                                     | 16,7%                   | 61,5%     | 20%           | 47,8% |
| Na maioria das vezes | 45,5%                                     | 66,6%                   | 30,8%     | 80%           | 47,8% |
| Poucas vezes         | 0%  | 16,7%                   | 7,7%      | 0%            | 4,4%  |
| Não                  | 0%  | 0%                      | 0%        | 0%            | 0%    |

Percebe-se, nessa tabela, uma boa aceitação do formato das aulas práticas. Para 95,6% dos avaliadores, esse formato era satisfatório ou na maioria das vezes satisfatório. Apenas 4,4% dos avaliadores consideraram pouco satisfatório o formato das aulas práticas.

Outro questionamento foi quanto ao “aspecto visual das aulas práticas/simulações”. Os avaliadores foram questionados se “o *design* das aulas práticas era satisfatório”. Na Tabela 8, apresentam-se as porcentagens apontadas pelos públicos.

Tabela 8 – Respostas dos avaliadores quanto ao *design* das aulas práticas: “O *design* das aulas práticas é satisfatório?”

| Opções               | Total de respostas por grupo avaliado (%) |                         |           |               |       |
|----------------------|---|-------------------------|-----------|---------------|-------|
|                      | Alunos (Presencial)                       | Alunos (Semipresencial) | Ex-alunos | Profissionais | Geral |
| Sim                  | 50,0%                                     | 50,0%                   | 69,0%     | 80%           | 58,7% |
| Na maioria das vezes | 45,5%                                     | 33,0%                   | 23,0%     | 20%           | 34,8% |
| Poucas vezes         | 4,5%                                      | 17,0%                   | 0,0%      | 0%            | 4,3%  |
| Não                  | 0,0%                                      | 0,0%                    | 8,0%      | 0%            | 2,2%  |

Considerando todos os quatro grupos avaliados, 93,5% deles apontaram que o *design* é satisfatório ou na maioria das vezes satisfatório, em geral. As opções poucas vezes e não satisfatório foram escolhidas apenas por 6,5% dos avaliadores. Um estudante da modalidade semipresencial e outro da modalidade presencial julgaram-no como pouco satisfatório e um ex-aluno, como não satisfatório.

Uma preocupação recorrente durante a preparação das aulas práticas era a produção de interfaces “limpas”, pouco carregadas de imagens e cores, de modo a atrair a atenção do estudante, sem tornar cansativo o estudo. O resultado comprova que o *design* dos *slides* atingiu seu objetivo.

Outros fatores questionados aos avaliadores com relação às simulações foram se as aulas eram motivadoras e de fácil realização pelos alunos.

Na Figura 40, apresenta-se o resultado com relação à motivação dos avaliadores diante das simulações.

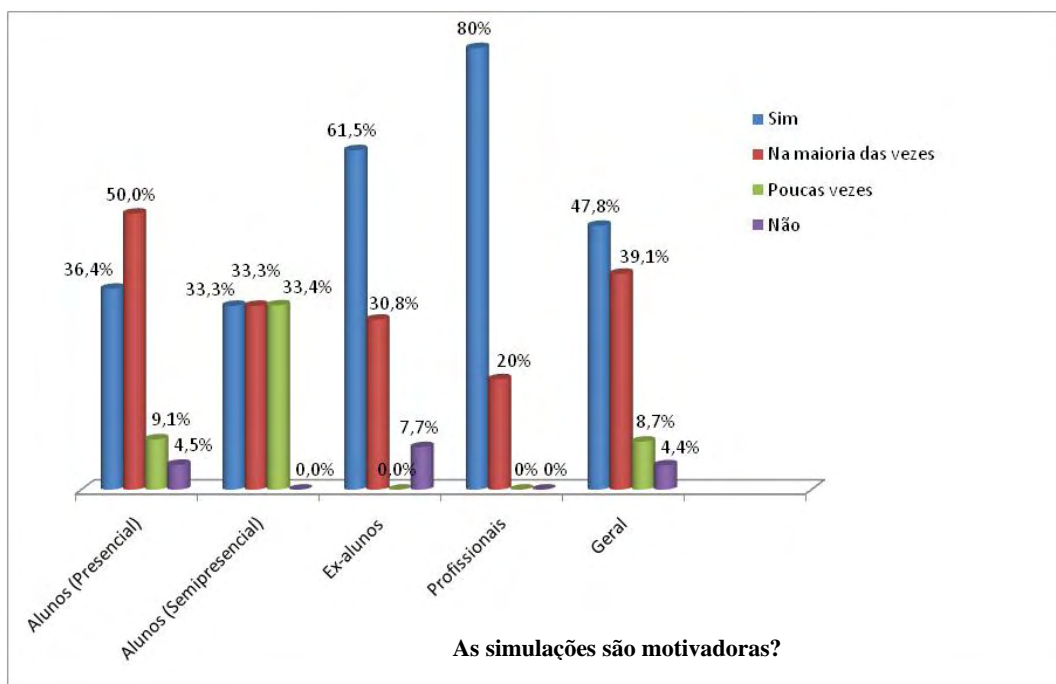


Figura 40 – Respostas dos avaliadores quanto ao questionamento “As simulações utilizadas em aula prática são motivadoras?”

Para 100% dos profissionais, as simulações são motivadoras (80%) ou na maioria das vezes motivadoras (20%). Para os ex-alunos, 61,5% julgaram-nas como motivadoras e 30,8% como motivadoras na maioria das vezes.

Para os alunos da modalidade presencial, 36,4% avaliaram como motivadoras as simulações, 50% como na maioria das vezes e 9% como poucas vezes motivadoras. Já os alunos da modalidade semipresencial se dividiram entre motivadoras, na maioria das vezes motivadoras e poucas vezes motivadoras, cada opção com 33,33%.

No global, 47,8% dos avaliadores consideraram as simulações motivadoras, 39,1% conceberam-nas motivadoras na maioria das vezes, 8,7% julgaram-nas como pouco motivadoras e 4,4% como não motivadoras. Assim, 86,9% dos avaliadores julgaram como motivadoras ou na maioria das vezes motivadoras as simulações.

Um terço dos alunos semipresenciais avaliou como não motivadoras as simulações. De acordo com algumas sugestões dos avaliadores, seria interessante que se produzissem simulações com animações e mais autoexplicativas, contendo roteiros mais detalhados para a execução da prática de modo a sanar possíveis dúvidas e atrair mais os estudantes.

Os resultados dos diferentes grupos avaliados e o resultado geral, englobando todos os avaliadores, com relação à “facilidade de uso”, são apresentados na Figura 41.

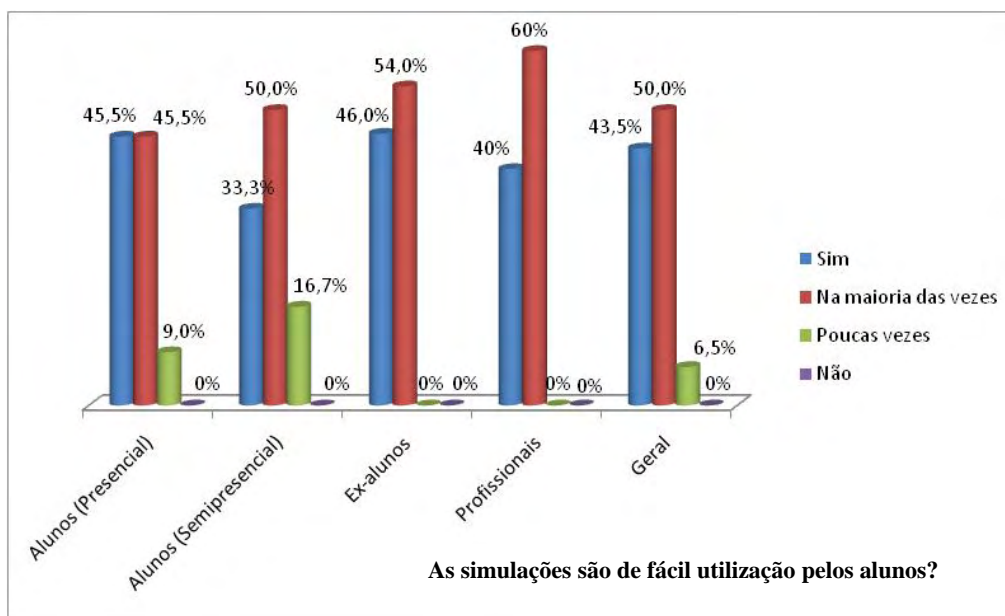


Figura 41 – Respostas dos avaliadores à pergunta: “As simulações são de fácil utilização pelo aluno?”

Percebe-se também, nessa figura, uma boa avaliação com relação à facilidade de utilização dos simuladores, com as opções “sim” e “na maioria das vezes” apontadas pela maioria dos avaliadores em todos os grupos. Apenas 9% dos alunos da modalidade presencial e 16,7% da semipresencial consideraram como poucas vezes de fácil utilização.

Um dos objetivos almejados na pesquisa foi facilitar a compreensão dos processos bioquímicos abordados na disciplina e do tratamento matemático desses processos. Nesse sentido, foi questionado aos avaliadores se as simulações facilitaram o entendimento dos fenômenos químicos e biológicos apresentados e se a apresentação dos resultados dos simuladores na forma de gráficos permitia maior fixação dos conceitos da cinética de processos bioquímicos.

Com relação à “compreensão dos fenômenos abordados na disciplina”, na Tabela 9, apresentam-se os resultados obtidos nos diferentes grupos avaliados, bem como o resultado geral.

Tabela 9 – Respostas dos avaliadores à questão: “As simulações facilitam a compreensão dos processos bioquímicos tratados na disciplina?”

| Questão: As simulações facilitam a compreensão dos fenômenos tratados na disciplina? |   |                         |           |               |       |
|--|---|-------------------------|-----------|---------------|-------|
| Opções   | Total de respostas por grupo avaliado (%) |                         |           |               |       |
|  | Alunos (Presencial)                       | Alunos (Semipresencial) | Ex-alunos | Profissionais | Geral |
| Sim  | 82,0%                                     | 16,7%                   | 85,0%     | 100%          | 76,0% |
| Na maioria das vezes   | 18,0%                                     | 66,6%                   | 7,5%      | 0%            | 19,5% |
| Poucas vezes   | 0%  | 16,7%                   | 7,5%      | 0%            | 4,5%  |
| Não  | 0%  | 0%                      | 0%        | 0%            | 0%    |

Do total de participantes, 76% julgaram que as simulações facilitavam a compreensão dos processos abordados na disciplina, enquanto para 19,5% as simulações facilitavam, na maioria das vezes, o entendimento dos processos. Apenas 4,5% consideraram que os simuladores poucas vezes facilitavam a compreensão. Para 100% dos profissionais, as simulações eram uma boa ferramenta facilitadora do entendimento; 85% dos ex-alunos, 16,7% dos alunos semipresenciais e 82% dos alunos presenciais tiveram a mesma opinião.

As respostas do questionamento “a observação dos resultados das simulações em gráficos permite uma maior fixação dos conceitos tratados na disciplina?” são apresentadas na Figura 42.

Analisando a Figura 42, constatou-se resultado favorável, 70% dos avaliadores julgaram como “sim: o resultado gráfico possibilita maior fixação” e 26% como na maioria das vezes possibilita maior fixação. Nenhum avaliador considerou que esse tipo de apresentação de resultado não facilitava a fixação dos conceitos.

Para finalizar a avaliação das simulações, os participantes foram questionados sobre possíveis “alterações no material das aulas práticas”. Na Tabela 10, apresentam-se as respostas dos diferentes grupos participantes.

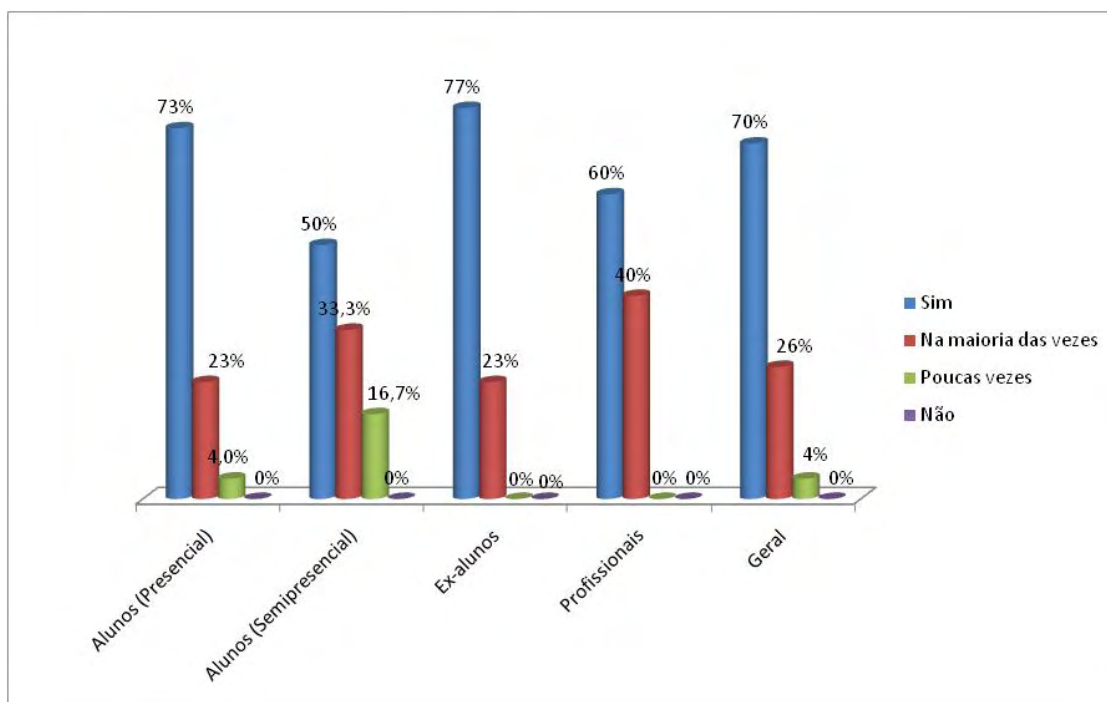


Figura 42 – Frequência das respostas dos avaliadores à pergunta “A observação dos resultados das simulações em gráficos permite uma maior fixação dos conceitos tratados na disciplina?”

Tabela 10 – Sugestões dos avaliadores para modificação das aulas ráticas/simulações

| Sugestões                                  | Sugestões para as aulas práticas          |                         |           |               |       |
|--|---|-------------------------|-----------|---------------|-------|
|  | Total de respostas por grupo avaliado (%) |                         |           |               |       |
|  | Alunos (Presencial)                       | Alunos (Semipresencial) | Ex-alunos | Profissionais | Geral |
| Alterações no visual das simulações        | 0,0%                                      | 0,0%                    | 7,7%      | 20%           | 4,3%  |
| Modificações nos textos das aulas práticas | 9,1%                                      | 16,7%                   | 15,4%     | 20%           | 13,0% |
| Modificações nas simulações                | 18,2%                                     | 33,3%                   | 15,4%     | 0%            | 17,4% |
| Inclusão de recursos/atividades            | 4,5%                                      | 0,0%                    | 0,0%      | 0%            | 2,2%  |
| Exclusão de recursos/atividades            | 0,0%                                      | 0,0%                    | 0,0%      | 0%            | 0,0%  |
| Nenhuma alteração                          | 50,0%                                     | 50,0%                   | 53,8%     | 60%           | 52,2% |
| Outros                                     | 18,2%                                     | 0,0%                    | 7,7%      | 0%            | 10,9% |

Para 52,2% dos avaliadores, não há a necessidade de alterações nas aulas práticas. Modificações nas simulações foram apontadas por 17,4% do total de participantes, correspondendo a 33,3% dos alunos na modalidade semipresencial, 18,2% dos alunos do modo presencial e 15,4% dos ex-alunos; 13% dos avaliadores sugeriram modificações nos textos das aulas práticas, e 4,3%, um ex-aluno e um professor, indicaram modificações no visual das simulações. Entre outras alterações

propostas pelos participantes, foi mencionada a disponibilização de cópias das simulações e alterações nos gráficos gerados (*design* e apresentação).

Um ex-aluno fez as seguintes observações: “Em minha opinião é necessário acrescentar mais informações sobre os objetivos da prática e principalmente, definir melhor as diferentes variáveis. Nas simulações são dadas as condições iniciais, mas não define claramente se é no interior do reator ou na alimentação. Às vezes surgem algumas variáveis que não estão definidas. A presença de uma legenda explicando cada variável vai facilitar o entendimento das aulas, principalmente para os alunos semipresenciais. Acho que os gráficos que representam as simulações também podem ser melhorados. Talvez a escala, talvez um destaque em pontos de interesse onde ocorrem mudanças de comportamento etc.”.

Outro ex-aluno destacou que “a aula prática deve ser presencial. A base eletrônica colabora, mas não a substitui”.

Ainda com relação à avaliação das aulas práticas com experimentos simulados, foram realizadas questões direcionadas aos diferentes públicos participantes, com o intuito de investigar a impressão global de cada grupo.

Para os alunos tanto da modalidade presencial quanto da semipresencial, foi questionado como eles avaliavam o efeito das alterações nas aulas práticas no rendimento na disciplina. Para isso, foi descrita a metodologia utilizada no semestre anterior. Quatro opções foram disponibilizadas: ótimo, as aulas práticas facilitaram muito a compreensão dos conteúdos; bom, as aulas práticas facilitaram a compreensão; regular, as aulas práticas facilitaram um pouco; e ruim, as aulas não contribuíram para a compreensão (Figura 43).

Apenas um aluno de cada modalidade, presencial (4,5%) e semipresencial (16,7%), avaliou o efeito das alterações na prática, considerando-se que pouco facilitou a compreensão dos conteúdos abordados na disciplina, totalizando 7,2% dos alunos. Para 46,4% dos alunos (50% da modalidade presencial e 33% da semipresencial), as alterações surtiram ótimo efeito, e o mesmo percentual de 46,4% (45,5% da modalidade presencial e 50% da semipresencial) concluiu que o efeito das alterações foi bom para o rendimento na disciplina.

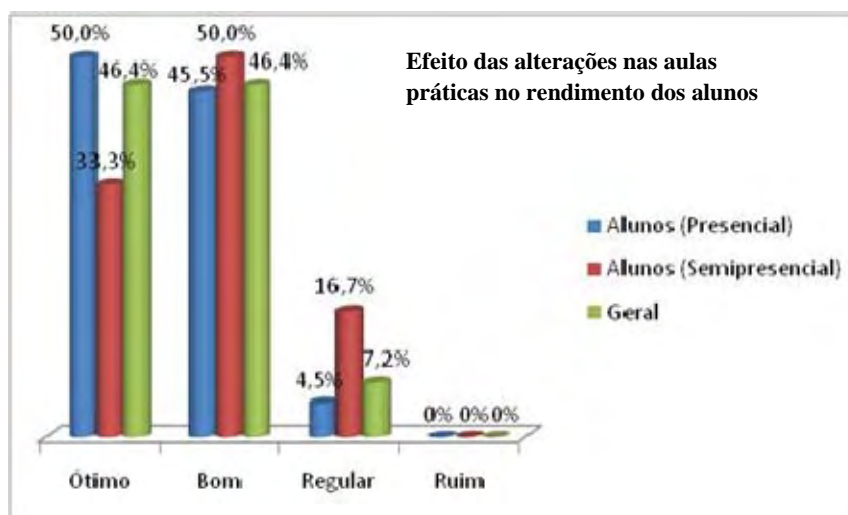


Figura 43 – Respostas dos avaliadores à pergunta: “Como você avalia o efeito das alterações nas aulas práticas para seu rendimento na disciplina?”

Para os ex-alunos, duas questões finalizaram a avaliação. A primeira foi diretamente relacionada com a utilização de simulações no ensino. A questão feita foi: “Como você avalia a estratégia de utilização de simulações dos processos bioquímicos para a formação do profissional da área de alimentos?”. Tiveram como opções de respostas: ótimo, bom, regular e ruim. A Figura 44 contém os resultados.

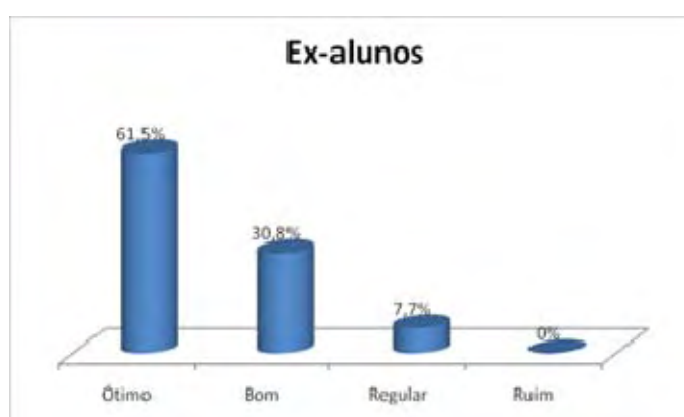


Figura 44 – Frequência de respostas dos ex-alunos à pergunta: “Qual a sua avaliação a respeito do efeito das simulações na formação do profissional da área de alimentos?”

Para 61,5% dos ex-alunos, as simulações apresentaram ótimo efeito na formação dos profissionais; para 30,8%, a opção indicada foi “bom”, e apenas um ex-aluno (7,7%) avaliou como regular a utilização de simulação para a formação do profissional.

A última questão proposta aos ex-alunos teve como objetivo a comparação da disciplina no formato atual com o formato de quando cada ex-aluno cursou. Como opções, os ex-alunos podiam indicar que a disciplina no novo formato se encontrava muito mais interessante, pouco mais interessante, indiferente, ou que o formato antigo era mais interessante. O resultado é apresentado na Figura 45.

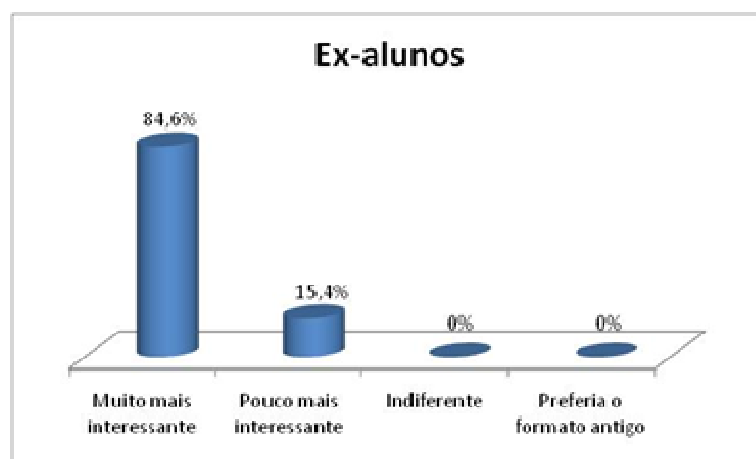


Figura 45 – Respostas dos ex-alunos à pergunta: “Como você avalia o novo formato da disciplina comparado com o formato quando você cursou?”

Para 84,6% dos ex-alunos, o formato proposto estava muito mais interessante, e para 15,4% o formato estava um pouco mais interessante. Nenhum ex-aluno considerou que o novo formato se igualava ao formato de quando cursou ou que o formato antigo era mais interessante.

Para os profissionais, foi qual a avaliação a respeito da influência das simulações na formação dos profissionais da área de processos bioquímicos. O resultado é apresentado na Figura 46.

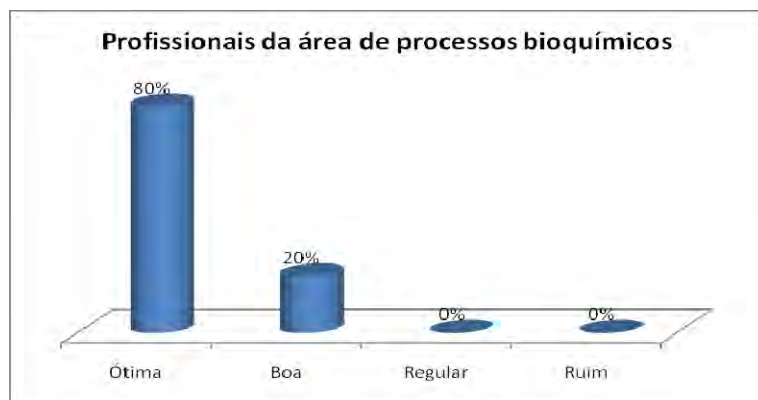


Figura 46 – Respostas dos profissionais da área de processos bioquímicos com relação à influência da utilização de simulações para ensino.

De acordo com os resultados, 80% dos profissionais avaliando como ótima a influência das simulações para formação dos alunos e 20% avaliando com boa.

Ainda para os profissionais, foi questionado qual a avaliação global a respeito da disciplina *Cinética de Processos Bioquímicos* estruturada no ambiente PVANet; 60% avaliaram como ótima e 40% como boa a estruturação da disciplina na plataforma.

Os resultados obtidos na produção das aulas práticas e simulações se aproximaram das afirmativas de Mercado (2002). Segundo esse autor, apresentar conteúdos em formatos criativos impossíveis de serem apresentados sem o auxílio do computador e integrando as tecnologias no ensino torna matérias estanques em conteúdos mais agradáveis e atrativos. As altas aprovações da utilização de aulas práticas simuladas e do ambiente educativo na disciplina *Cinética de Processos Bioquímicos* convergem para essa afirmativa de Mercado (2002).

Outro objetivo deste trabalho foi a tentativa de envolvimento maior dos estudantes na disciplina, pois se acredita que o conhecimento é mais facilmente apreendido quando se envolve mais ativamente no processo de aquisição de conhecimento, como destacou Lévy (1993). Para esse autor, graças à característica reticular e não linear da multimídia interativa, a atitude exploratória é bastante favorecida, sendo, assim, instrumento bem adaptado a uma pedagogia ativa. Nessa direção, foram desenvolvidas as aulas simuladas, bem como proposto o formato semipresencial de apresentação da disciplina, dando ao aluno maior autonomia na definição da hora de estudar e levando-o a executar e buscar respostas aos resultados

ocorridos na execução dos experimentos simulados. De acordo com a avaliação dos participantes, a execução das simulações, exercícios e testes *on-line* foram efetivos e melhoraram a compreensão dos diferentes assuntos abordados na disciplina, como mostrado na Tabela 7.

A utilização de gráficos nas simulações partiu do princípio de que esse formato seria vantajoso para os estudantes, uma vez que instiga a reflexão e análise das diferentes condições simuladas, o que levaria ao maior entendimento dos conceitos, o que foi confirmado pelos resultados (Figura 42).

Os resultados positivos com a utilização das simulações apontadas pelos diferentes públicos avaliados também convergem para os pontos destacados por Guilherme *et al.* (2005). Segundo esses autores, o fato de os alunos poderem controlar determinadas simulações induz aprendizagem mais fácil e rápida. Também, é possível verificar, rapidamente, o efeito do comportamento no processo quando são variáveis e as condições operacionais. Esse resultado positivo diante da utilização de simulações na *Cinética de Processos Bioquímicos* é também compatível com a afirmativa de Lévy (1999). De acordo com esse autor, as técnicas de simulação, em particular aquelas que utilizam imagens interativas, prolongam e transformam a capacidade de imaginação e pensamento, facilitando o aprendizado, o que pode ter levado à boa avaliação pelos alunos, ex-alunos e profissionais da área de processos bioquímicos (Figuras 44 e 46).

Resultado semelhante sobre a utilização de simuladores no ensino foi obtido por Fraser *et al.* (2007). Avaliando as simulações na disciplina de Mecânica dos Fluidos, esses autores julgaram, de forma positiva, a exploração da simulação, recomendando a atividade como ferramenta para complementar o ensino tradicional.

Resultados positivos também foram obtidos por Guilherme *et al.* (2005) sobre o emprego de simuladores no ensino de Hidráulica. Os referidos autores destacaram que as simulações eram excelentes complementos das aulas laboratoriais de Hidráulica, apresentando a vantagem de permitir aos alunos efetuarem os experimentos repetidamente, inclusive em suas residências, refletindo mais e melhor sobre os fenômenos investigados. Fato também observado durante este estudo. Os alunos foram estimulados a utilizar as simulações além dos horários de aula prática, refazendo os experimentos e testando diferentes situações.

McKeackie (2002) destacou como grande vantagem das simulações a participação dos estudantes no processo de ensino como agente ativo. Ao passo que

Neto (2003) considerou a possibilidade de se testarem diversas condições experimentais em um período curto de tempo, fato que dificilmente se conseguiria utilizando um experimento real.

Uma busca durante a reordenação dos conteúdos e disponibilização dos diferentes formatos diz respeito aos diferentes estilos de aprendizagem. As alterações na disciplina foram realizadas com a intenção de disponibilizar material e atividades que atendessem às diferentes dimensões do aprendizado propostas por Felder e Soloman (1991): sensitivo e intuitivo, visual e verbal, indutivo e dedutivo, ativo e reflexivo e sequencial e Global.

Felder e Soloman (1991) destacaram que, se a informação é apresentada na forma preferida do aluno, é mais provável que este a incorpore; se for apresentada de mais de uma forma, será ainda mais provável o entendimento. Assim, foram desenvolvidos materiais diversificados para atender aos diferentes estilos de aprendizado. A incorporação de apresentação narrada foi destacada como positiva para mais de 90% dos avaliadores, sendo esse índice mais elevado entre as novas incorporações na disciplina.

Ainda com relação aos estilos de aprendizagem e aos resultados deste estudo, vale destacar o ciclo de aprendizagem POCE, contendo quatro etapas que buscam atender aos diferentes estilos. Guerra (2000) destacou algumas das atividades que podem ser utilizadas nas diferentes fases do ciclo POCE e que foram empregadas durante a re-estruturação da disciplina e favoreceram a boa aprovação das alterações.

- Fase 1 – “Por quê?”: relato de experiências/casos, discussão em grupo, discussão em classe. Essa fase foi abordada tanto nas aulas da modalidade presencial quanto nas reuniões da modalidade semipresencial.
- Fase 2 – “O quê?”: aulas expositivas, demonstrações realizadas pelo professor, problemas resolvidos pelo professor. Também foram utilizadas nas aulas teóricas e práticas da modalidade presencial e nas reuniões da modalidade semipresencial.
- Fase 3 – “Como?”: resolução de problemas pelos alunos, problemas para casa, laboratório dirigido. Principalmente utilizada nas aulas práticas, os alunos, além de realizarem os experimentos simulados, resolviam exercícios e testes *on-line*.

- Fase 4 – “E se?”: problemas abertos, problemas formulados e resolvidos pelos alunos, em laboratório. Essa fase foi atendida primordialmente pela utilização das simulações, em que os alunos podiam modificar as condições iniciais dos parâmetros avaliados, criando novos problemas, com novas restrições, exigindo dos alunos diferentes abordagens dos assuntos tratados.

### **5.3. Análise do resultado dos diferentes públicos**

Algumas considerações merecem destaque quando os avaliadores são tratados por grupo.

#### **Alunos da modalidade presencial**

Esse foi o maior grupo participante da pesquisa, contando com 22 dos alunos matriculados na disciplina. Em todos os itens avaliados, mais de 80% dos avaliadores julgaram o item questionado como “satisfatório” ou “na maioria das vezes satisfatório”. Durante o acompanhamento das aulas práticas, percebeu-se boa aceitação das simulações e exercícios propostos nas aulas. As simulações despertaram maior interesse e instigaram o raciocínio dos alunos, e os exercícios estimularam o estudo e maior compreensão das situações abordadas na disciplina.

Quando questionado como eles avaliavam o aproveitamento da disciplina para a formação como profissionais da área de processos bioquímicos, 18% julgaram como ótimo, 73% como bom e apenas 9% como regular o aproveitamento na disciplina. Assim, 91% consideraram como ótimo ou bom o aproveitamento na disciplina. Na Figura 47, mostra-se o resultado.

O resultado geral dos alunos da modalidade presencial pode ser considerado muito favorável à utilização das nTICs no ensino. Todos os itens avaliados apresentaram boa aceitação e indicaram que as estratégias e o material empregado foram eficazes para o bom aprendizado desse grupo de estudantes. Apesar do bom resultado, vale ressaltar que a amostra é indicativa, pois apenas 22 dos 54 alunos da modalidade presencial retornaram os questionários. Tal fato evidencia a continuidade da pesquisa com as próximas turmas, realizando-se as alterações necessárias para comprovar a eficiência das nTICs no ensino-aprendizagem de *Cinética de Processos Bioquímicos*.

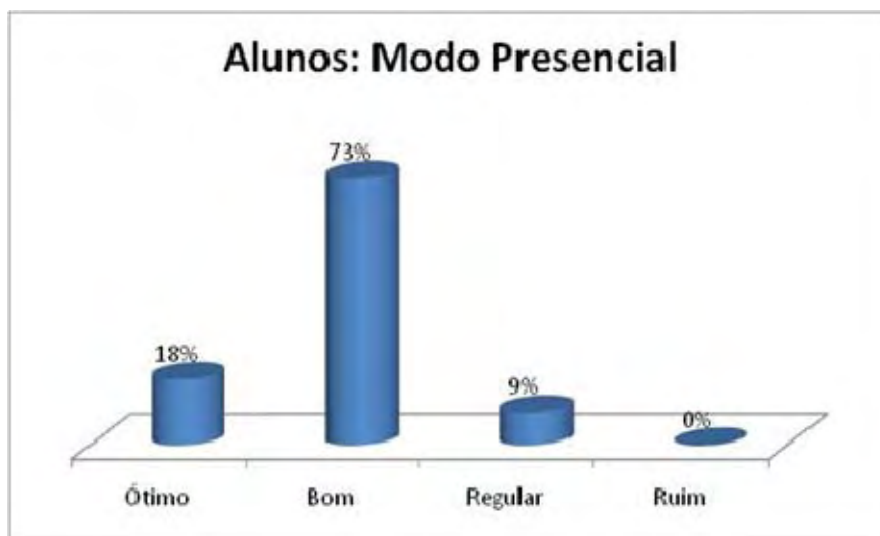


Figura 47 – Respostas do grupo presencial à questão: “Como você avalia o aproveitamento da disciplina para sua formação?”

### **Alunos da modalidade semipresencial**

Seis alunos da modalidade semipresencial participaram da avaliação. Apesar de esta ter sido positiva na maioria dos itens questionados, um item merece destaque. Quando questionados se as aulas práticas foram apresentadas de forma suficientemente clara para a execução no formato semipresencial, nenhum aluno considerou o material como totalmente claro, 67% consideraram na maioria das vezes clara e 33% consideraram como poucas vezes claro, refletindo a necessidade de aprimoramento das aulas práticas/simulações. Na Figura 48 são apresentados os resultados.

Outro ponto que merece atenção está ligado à motivação dos alunos diante das simulações (Figura 40). Quando questionados se as simulações eram motivadoras, um terço dos alunos (33,3%) considerou que eram poucas vezes motivadoras, fato que direciona a alterações nas simulações, alterando a interface e inserindo animações e gráficos com um *design* mais interessante, com mais cores e destacando pontos críticos.

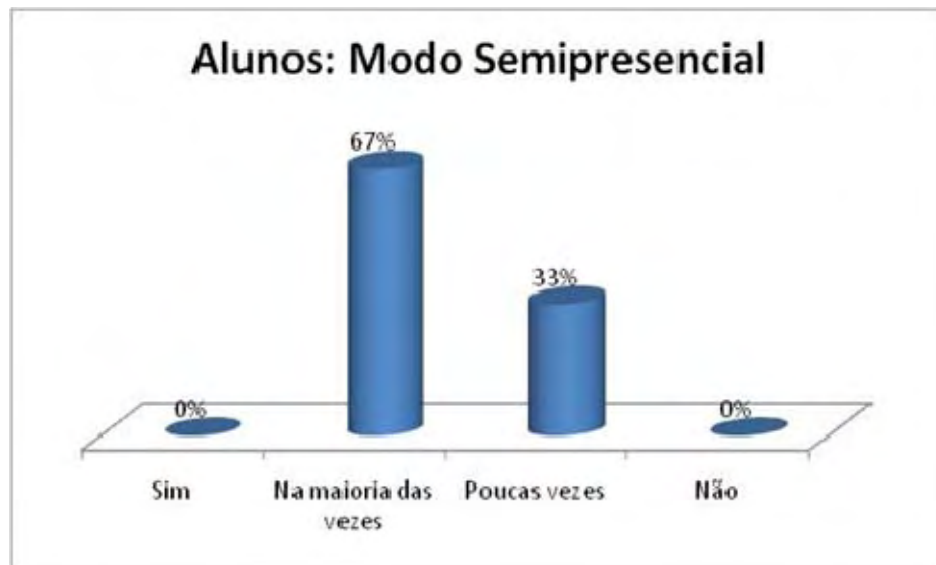


Figura 48 – Frequência de respostas dos alunos semipresenciais com relação à questão: “As aulas práticas são apresentadas de forma suficientemente clara para a execução no formato semipresencial?”

Um ponto positivo na avaliação se dá com relação à comparação do formato atual da disciplina com formatos anteriores (Figura 43) – foi descrito aos alunos como a disciplina era estruturada, para que eles pudessem responder à questão. Para 83,3% dos estudantes da modalidade semipresencial, o efeito das alterações foi ótimo ou bom, e 16,7% consideraram-no regular.

Percebe-se que, apesar dos bons resultados, há a necessidade de alterações na disciplina, principalmente para atender, de forma mais efetiva, o público semipresencial. Como esse público possui apenas um encontro semanal com o professor, o material deve ser muito claro e autoexplicativo. Entre as alterações que podem favorecer esse grupo estão a inserção de roteiros mais detalhados nas práticas simuladas, a narração de mais apresentações e mais exercícios resolvidos.

Para esse grupo de estudantes, também se deve ter cautela ao analisar os resultados. Apesar de indicarem a eficiência das nTICs, o número de alunos que cursaram a disciplina no formato semipresencial é reduzido, e apenas seis discentes, entre 10 matriculados nesse formato, responderam às questões. Os resultados são indicativos, porém, para confirmá-los, são necessárias consultas com mais alunos desse modo, nos próximos períodos.

## **Ex-alunos e profissionais ligados aos Processos Bioquímicos**

Para esses dois públicos, podem-se avaliar os resultados apresentados como bastante satisfatórios. Dentro desses dois grupos também foram sugeridas algumas alterações, como a inclusão de apresentações com mais recursos animados e de aulas práticas em laboratório. Participaram da pesquisa 13 ex-alunos e 5 profissionais ligados à área de Processos Bioquímicos.

Resultados que indicam a aprovação desses grupos podem ser percebidos nas Figuras 44, 45 e 46, que mostram a aprovação desses públicos com relação às simulações e a opinião global com o novo formato da disciplina. Entre esses resultados, vale destacar a comparação que ex-alunos fizeram entre os formatos quando cursaram a disciplina e o novo formato. Para 100% dos ex-alunos, o novo formato é muito mais (84,6%) ou pouco mais interessante (15,4%), resultado que indica que o objetivo de aprimorar a disciplina foi atingido.

Novamente é necessário ressaltar que o número de pessoas que se dispuseram a participar da pesquisa foi reduzido, e por isso recomendam-se cuidados na análise dos resultados, apesar de indicarem a eficiência das novas tecnologias no ensino de *Cinética de Processos Bioquímicos*.

### **5.4. Sugestões propostas pelos avaliadores**

Ainda como resultado da aplicação dos questionários, foi disponibilizado aos avaliadores espaço para sugestões e comentários adicionais. Muitos participantes fizeram propostas pertinentes e importantes para a continuação da melhoria da disciplina, as quais devem ser levadas em consideração em futuras alterações. Entre as muitas sugestões, destacam-se:

- *Disponibilização das simulações para download, possibilitando que o aluno possa acessar as atividades sem estar conectado à Internet e ao PVANet. Ainda nesse sentido foi sugerida a disponibilização de cópias das aulas práticas em CD-ROM, com a mesma finalidade de facilitar a utilização das simulações com o aluno podendo acessá-las em seu computador, mesmo estando este desconectado.*

- *Inclusão de mais exercícios resolvidos para facilitar a compreensão dos assuntos abordados e, ainda, de exercícios utilizando os simuladores como auxílio para resolução.*
- *Disponibilização de roteiros mais detalhados para execução das práticas, sugerido, principalmente, pelos alunos da modalidade semipresencial.*
- *Inclusão de aulas práticas em laboratório para execução de experimentos reais, a fim de comparação com as simulações utilizadas e de melhor compreensão de todos os fenômenos abordados.*
- *Alteração dos módulos de apresentação, disponibilizando-se apresentações narradas em módulos que possibilitem a narração sem torná-los cansativos.*
- *Produção de módulos com mais efeitos de animação e cores, com a finalidade de prender a atenção do aluno e tornar o estudo mais agradável.*
- *Melhorar a interface de saída dos resultados das simulações: produzir gráficos mais dinâmicos e mais atrativos, destacando-se pontos importantes, como interseções e pontos críticos.*

Recomendam-se a realização das alterações e novas consultas aos estudantes, com as finalidades de melhoria constante da disciplina e de confirmação dos resultados obtidos no estudo, para a comprovação da eficácia das novas tecnologias da informação e comunicação no ensino de *Cinética de Processos Bioquímicos*.

## 6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do computador e de seus diversos recursos, bem como as novas tecnologias da informação e da comunicação, deve ser repensada com o intuito de facilitar o desenvolvimento de novas estratégias, práticas e métodos de ensino que beneficiem a construção de conhecimentos. O computador e seus recursos como Internet, multimídia e hipermídia, entre outros, devem ser considerados como instrumentos que podem contribuir para a apresentação de conteúdos, novas modalidades de interação e como meios alternativos de acesso ao conhecimento.

Apesar de não ser a solução para todos os problemas educacionais atuais, em especial quanto à falta de motivação dos alunos, não se deve ignorar o potencial que as novas tecnologias de informação e comunicação possuem e os avanços que podem trazer, se bem exploradas, ao processo ensino-aprendizagem. Essa inclusão pode ser favorecida pelo fato de os alunos atualmente possuírem contato cada vez mais estreito com o computador e outras novas tecnologias.

Associou-se nesta pesquisa o ambiente virtual de ensino PVANet com aplicativos facilitadores de aprendizagem como as simulações, para a produção de uma disciplina interessante e atrativa para os alunos do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa.

A pesquisa contou com 46 participantes divididos em quatro grupos: estudantes da disciplina no formato presencial (22 alunos); estudantes da disciplina no formato semipresencial (6 alunos); ex-alunos da disciplina (13 participantes); e profissionais ligados à área de processos bioquímicos (5 participantes). Os resultados

devem ser analisados com cautela, uma vez que o número de participantes na pesquisa não foi tão significativo. A amostra foi indicativa, e, para conclusões mais apuradas, necessita-se de número maior de participantes, o que não foi possível nesta pesquisa. Nesse sentido, sugere-se a continuidade de consultas aos alunos de semestres subsequentes, para confirmação da eficiência das alterações realizadas na disciplina.

Os resultados indicaram que as alterações realizadas na disciplina atingiram o objetivo desejado: tornar a disciplina mais atrativa e facilitar a compreensão dos processos complexos abordados com a inclusão de aplicativos facilitadores do ensino-aprendizagem.

O suporte do PVANet ao ensino, segundo a opinião dos participantes da pesquisa e, principalmente, dos alunos, é alternativa excelente. A aceitação do ambiente foi bastante elevada, e a maneira como foi estruturada a disciplina também obteve expressiva aprovação. Percebeu-se que as estratégias didáticas utilizadas foram adequadas, agradando aos diferentes públicos participantes do estudo. Com isso, recomenda-se a continuidade de exploração da plataforma PVANet, buscando participação ainda maior de alunos e professores.

Outro ponto interessante no estudo da disciplina foi a utilização de apresentações narradas. Os resultados apontaram que esse tipo de recurso atrai a atenção dos alunos e, por isso, deve mais explorado. Porém, é preciso atentar para alguns cuidados, selecionando apresentações que suportem esse tipo de recurso para não tornar as apresentações muito cansativas, com narrativas longas.

A utilização de aulas práticas virtuais com o emprego de simuladores, que foi uma das principais alterações realizadas na disciplina, foi outro fator de destaque na pesquisa, em que se obteve boa aceitação pelos avaliadores. Pode-se considerar, pelos resultados, que o recurso atingiu o objetivo de aumentar a compreensão dos diversos processos tratados na disciplina, possibilitando vasto número de observações, o que seria inviável realizar com experimentos em laboratório. Sugere-se, portanto, o prosseguimento da exploração dessa atividade, produzindo novos experimentos e aprimorando os já existentes, a fim de potencializar ainda mais o efeito benéfico na aprendizagem de *Cinética de Processos Bioquímicos*.

Também fruto dos resultados, das sugestões dos avaliadores e das observações ao longo do semestre em que a disciplina foi oferecida, recomendam-se as seguintes alterações e aperfeiçoamentos:

- A disponibilização das simulações para *download* ou de cópias das aulas práticas em CD-ROM, com a finalidade de facilitar a utilização das simulações para o aluno e este podendo acessá-las em seu computador mesmo desconectado.
- A inclusão de mais exercícios resolvidos, na tentativa de oferecer mais condições para a compreensão dos assuntos abordados.
- A disponibilização de roteiros mais detalhados para a execução das práticas, para melhor orientação dos alunos, principalmente da modalidade semipresencial, no sentido de facilitar ainda mais a compreensão dos experimentos simulados, e para orientação da discussão dos resultados.
- Alteração dos módulos (apresentações), disponibilizando apresentações narradas, produção de módulos com mais efeitos de animação e cores.
- Melhor interface das simulações e geração dos resultados em gráficos mais dinâmicos e mais atrativos, destacando pontos importantes como interseções e pontos críticos.
- Inclusão de atividades práticas em laboratório, na forma de aulas práticas e, ou, trabalhos extraclases, para proporcionar o contato direto dos alunos com o experimento prático e, também, para efeito de comparação com as simulações utilizadas e a melhor compreensão de todos os fenômenos abordados.

Vale ressaltar que as melhorias serão sempre necessárias, portanto não se deve parar de investir em estudos e projetos de melhoria do ensino com a inclusão de tecnologias e outros fatores. O dinamismo do mundo moderno traz novidades a todo instante, e a educação não pode negligenciar essas mudanças, devendo-se adequar às modificações e tecnologias que se renovam a todo momento e podem auxiliar a construção de um modelo de ensino-aprendizagem mais efetivo. Recomenda-se a realização das alterações sugeridas e novas consultas aos estudantes de próximos semestres, para a confirmação da influência positiva que as nTICs proporcionam ao aprendizado de *Cinética de Processos Bioquímicos*.

Conforme todo o exposto, conclui-se que a pesquisa se justifica por fornecer elementos para motivar e incentivar a introdução de alternativas pedagógicas no

processo ensino-aprendizagem da engenharia e, assim, proporcionar formação mais adequada ao perfil do profissional da área. E, ainda, as nTICs são ferramentas que enriquecem o processo ensino-aprendizagem e devem ser exploradas de forma efetiva, pois possibilitam a construção de disciplinas mais bem estruturadas e com recursos que estimulam o aprendizado autônomo dos estudantes, que estão cada vez mais envolvidos com as novas tecnologias da informação e comunicação.

## 7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. B. Prática e formação de professores na integração de mídias. In: ALMEIDA, M. E. B.; MORAN, J. M. (Orgs.). **Prática pedagógica e formação de professores com projetos: articulação entre conhecimentos, tecnologias e mídias.** Integração das Tecnologias na Educação. Brasília, 2005.

ANDRADE, E. P.; BRITO, G. S. X.; OLIVEIRA, M. L. A. **Aspectos cognitivos do ensino de engenharia face às exigências da competitividade e inovação tecnológica.** Disponível em: <[http://www.neict.uff.br/docs/inova/aspectos\\_cognitivos.pdf](http://www.neict.uff.br/docs/inova/aspectos_cognitivos.pdf)>. Acesso em: 05 jan.2009.

ARQUETE, D. A. dos R. **Ensino-aprendizagem de Cinética de Processos Bioquímicos mediado por computador.** 2003. 159 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

ASSIS, Waine Santos. **Utilização de recursos multimídia no ensino de concreto armado e protendido.** 2002. 121 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

BASTOS, F. P.; ALBERTI, T. F.; MAZZARDO, M. D. **Ambientes virtuais de ensino-aprendizagem: os desafios dos novos espaços de ensinar e aprender e suas implicações no contexto escolar.** CINTED-UFRGS, Novas Tecnologias na Educação. 2005. Disponível em: <[http://www.cinted.ufrgs.br/renote/maio2005/artigos/a22\\_ensinoaprendizagem.pdf](http://www.cinted.ufrgs.br/renote/maio2005/artigos/a22_ensinoaprendizagem.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2008.

BELHOT, R. V. **Reflexões e propostas sobre o “ensinar engenharia” para o século XXI.** São Carlos, SP: 1997. 113 f. Tese (Livre-docência) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 1997.

BELHOT, R. V. Repensando o ensino de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 24., 1996, Manaus. **Anais...** Manaus, 1996. p. 27-36.

BELHOT, R. V.; FIGUEIREDO, R. S.; MALAVÉ, C. O. O uso da simulação no ensino de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABENGE, 2001.

BELHOT, R. V. A didática no ensino de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2005, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: ABENGE, 2005.

BIAZUS, M. C. V. É possível viver o digital na multimídia utilizada com fins educacionais? Cinted-UFRGS. **Novas Tecnologias na Educação**, v.1, n. 2, 2003.

BROPHY, S.; KLEIN, S.; PORTSMORE, M.; ROGERS, C. Advancing Engineering Education in P12 Classrooms. **Journal of Engineering Education**, July, 2008.

BRUNNER, J. J. Educação no encontro com as novas tecnologias. In: TEDESCO, J. C. (Org.). **Educação e Novas Tecnologias: esperança ou incerteza?** São Paulo: Cortez, 2004.

COLENCI, A. T. **O ensino de engenharia como uma atividade de serviços: a exigência de atuação em novos patamares de qualidade acadêmica.** 2000. 131 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2000.

COMASSETTO, L. S. **Novos espaços virtuais para o ensino e a aprendizagem a distância: estudo da aplicabilidade dos desenhos pedagógicos.** 2006. 152 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção – Mídia e Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

DAVIDOVITCH, L.; PARUSH, A.; SHTUB, A. Simulation-based learning in engineering education: performance and transfer in learning project management. **Journal of Engineering Education**, v. 95, n. 4, p. 288-299, 2006.

DIKSHIT, A.; WU, D.; WU, C.; ZHAO, W. **An online interactive simulation system for medical imaging education.** Computerized Medical Imaging and Graphics, 29, 2005. p.395-404. Disponível em: <[www.elsevier.com/locate/compmedimag](http://www.elsevier.com/locate/compmedimag)>.

FELDER, R. M.; SOLOMAN, B. A. **Index of learning styles.** 1991. Disponível em: <<http://www.ncsu.edu/felder-public/ILSpace.html>>. Acesso em: 05 dez. 2008.

FELDER, R. M.; BRENT, R. **Problemas em sala de aula? Ensino efetivo: uma oficina.** Viçosa, MG: UFV, 1999a. 134 p.

FILHO, R. C. M. F.; SCHNAID, F.; VICARI, R. M.; CONSOLI, N. C. **Web e tecnologias da informação e comunicação no ensino de engenharia.** 2005. Disponível em: <[http://iate.ufrgs.br/arqnet/admin/docs/ABED\\_2005.pdf](http://iate.ufrgs.br/arqnet/admin/docs/ABED_2005.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2008.

FRASER, D. M.; PILLAY, R.; TJATINDI, L.; CASE, J. M. Enhancing the learning of fluid mechanics using computer simulations. **Journal of Engineering Education**, n. 4, p. 381-388, out. 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 35. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 148 p.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. 12. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

FUKS, H. **Aprendizagem e trabalho cooperativo no ambiente aulanet**. 2000. Monografias em Ciência da Computação – Departamento de Informática, PUC-RJ, Rio de Janeiro, 2000.

GIL, A. C. **Didática do ensino superior**. São Paulo: Novatec, 2005.

GUERRA, J. H. L. **Utilização do computador no processo de ensino aprendizagem**: uma aplicação em planejamento e controle da produção. 2000. 159 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br>>. Acesso em: 7 abr. 2008.

GUILHERMO, O. E. P.; TAROUCO, L. M. R.; ENDRES, L. A. M. **O poder das simulações no ensino de hidráulica**. CINTED-UFRGS, Novas Tecnologias na Educação. 2005. Disponível em: <[http://www.cinted.ufrgs.br/renote/maio2005/artigos/a67\\_hidraulica.pdf](http://www.cinted.ufrgs.br/renote/maio2005/artigos/a67_hidraulica.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2008.

KALATZIS, A. C. **Aprendizagem baseada em problemas em uma plataforma de ensino a distância com apoio dos estilos de aprendizagem**: uma análise do aproveitamento dos estudantes de engenharia. 2008. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Ed. 34, 1999.

LUCENA, C.; FUKS, H. **Professores e aprendizes na web: a educação na era da internet**. Rio de Janeiro: Clube do Futuro, 2000.

MACEDO, R. P. **Proposta de modelo de ambiente virtual de apoio ao ensino presencial**. 2001. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

MARTÍNEZ, J. H. G. Novas tecnologias e o desafio da educação. In: TEDESCO, J. C. (Org.). **Educação e novas tecnologias: esperança ou incerteza?** São Paulo: Cortez, 2004.

MARTINS, F. B. A.; 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.

MERCADO, L. P. L. **Novas tecnologias na educação:** reflexões sobre a prática. Lavras, MG: Ed. UFAL, 2002.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** 3. ed. Campinas, SP: Papirus, 2001.

MORAN, J. M. O que é um bom curso a distância? In: **Tecnologias na educação de professores a distância.** Disponível em: <<http://www.redebrasil.tv.br/salto/livro/4sf.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2008.

McKEACHIE, W. J. **Teaching tips:** strategies, research, and theory for college and university teachers. Boston: Houghton Mifflin Company, 2002.

NETO, H. T. M. A tecnologia da informação na escola. In: COSCARELLI, C. V. (Org.). **Novas tecnologias, novos textos, novas formas de pensar.** Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

NEVES, C. M. de C. A educação à distância e a formação de professores. In: **Tecnologias na educação de professores a distância.** Disponível em: <<http://www.redebrasil.tv.br/salto/livro/4sf.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2008.

NICKERSON, J. V.; CORTER, J. E.; ESCHE, S. K.; CHASSAPIS, C. A model for evaluating the effectiveness of remote engineering laboratories and simulations in education. 2005. **Computers & Education**, v. 49, p. 708-725, 2007. Disponível em: <[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)>. Acesso em: 20 maio 2008.

OLIVEIRA, C. C.; COSTA, J. W.; MOREIRA, M. **Ambientes informatizados de aprendizagem:** produção e avaliação de software educativo. Campinas, SP: Papirus, 2001.

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.

PEREIRA, L. T. V.; BAZZO, W. A. **Ensino de engenharia:** na busca do seu aprimoramento. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1997.

PRADO, M. E. B. B. Articulações entre áreas de conhecimento e tecnologia. Articulando saberes e transformando a prática. In: ALMEIDA, M. E. B.; MORAN, J. M. (Orgs.). **Integração das Tecnologias na Educação.** Brasília: 2005.

ROVER, D. T. Attention engineering educators. **Journal of Engineering Education**, p. 531-534, oct. 2008.

SILVEIRA, M. A. **A formação do engenheiro inovador**: uma visão internacional. Rio de Janeiro: PUC-Rio, Sistema Maxwell, 2005.

SOUZA, L. S. H. **O uso da internet como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem da engenharia de transportes**. 2001. 138 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

TAVARES, C. G.; CARVALHO A. N. B. D.; BELHOT, R. V. Usando as tecnologias da web para o ensino de simulação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29., 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABENGE, 2001.

VALENTE, J. A. Pesquisa, comunicação e aprendizagem com o computador: o papel do computador no processo ensino-aprendizagem. In: ALMEIDA, M. E. B.; MORAN, J. M. (Orgs.). **Integração das tecnologias na educação**. Brasília: 2005.

VICTORINO, S. C. “Trabalhando com a tecnologia da informação e comunicação: a contextualização através do currículo escolar”. **Revista Tecnologia e Cultura**, Rio de Janeiro, n.10, p.18-22, 2007.

WANKAT, P. C. **The effective, efficient professor**: teaching, scholarship and service. Boston: Allyn & Bacon, 2002.

## **ANEXOS**

## 8. ANEXOS

### 8.1. Questionários para avaliação da disciplina

#### QUESTIONÁRIO TURMA PRESENCIAL

1. Você possui computador conectado à internet em sua residência?  
 Sim     Não
  
2. 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)? \_\_\_\_\_

#### ORGANIZAÇÃO DA DISCIPLINA NA PLATAFORMA PVANET (Questões 3 a 12)

3. O PVANet é atrativo, capaz de despertar no aluno o interesse pelo conteúdo da disciplina?  
 Sim     Na maioria das vezes     Poucas vezes     Não
  
4. O número de ferramentas do ambiente PVANet, para suporte da disciplina, é adequado?  
 Sim     Na maioria das vezes     Poucas vezes     Não
  
5. As estratégias didáticas utilizadas pelo professor para a estruturação da disciplina no PVANet são adequadas (aulas práticas, disponibilização de conteúdos, apresentações)?  
 Sim     Na maioria das vezes     Poucas vezes     Não
  
6. O conteúdo disponibilizado na disciplina é claro?  
 Sim     Na maioria das vezes     Poucas vezes     Não
  
7. O conteúdo é suficiente para o bom desempenho do aluno na disciplina?  
 Sim     Na maioria das vezes     Poucas vezes     Não
  
8. Os exercícios apresentados para cada capítulo são suficientes para fixação do conteúdo?  
 Sim     Na maioria das vezes     Poucas vezes     Não
  
9. Os módulos (apresentações) disponibilizados são claros ?  
 Sim     Na maioria das vezes     Poucas vezes     Não
  
10. Os módulos (apresentações) disponibilizados são motivantes?  
 Sim     Na maioria das vezes     Poucas vezes     Não

11. 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 de recursos/atividades. Quais?
  - e)  exclusão de recursos/atividades. Quais
  - f)  outro(s). Qual(is)?
12. Identifique o(s) benefício(s) que você vê na utilização do material didático informatizado como suporte a uma disciplina presencial.
- a)  possibilidade de estudo autônomo
  - b)  possibilidade de administrar o tempo de estudo
  - c)  facilitar a realização de atividades cooperativas e colaborativas
  - d)  facilitar a interatividade com professor/monitor e outros alunos
  - e)  maior estímulo ao estudo
  - f)  outro(s). Qual(is)? \_\_\_\_\_

### **APRESENTAÇÕES (MÓDULOS) (Questões 13 a 18)**

13. Com que frequência você acessa as apresentações (módulos)?
- a)  Sempre utilizo as apresentações para estudar.
  - b)  Às vezes utilizo as apresentações.
  - c)  Raramente acesso às apresentações.
  - d)  Nunca acessei as apresentações.
14. O design das apresentações é satisfatório?
- Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
15. Com relação aos conteúdos das apresentações, são satisfatórios para o bom desempenho na disciplina?
- Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
16. A segmentação dos capítulos em módulos torna menos cansativo o estudo? ( )
- Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
17. Qual a sua avaliação com relação às apresentações narradas, são melhores que as sem narração?
- Sim       Não
- Por quê?
18. Indique a(s) mudança(s) mais significativa(s) que você sugere para as apresentações.
- a)  alterações no visual (design) das apresentações.
  - b)  modificações nos conteúdos (textos) das apresentações.
  - c)  Narração de todas as apresentações.
  - d)  Exclusão das narrações.
  - e)  Nenhuma alteração
  - f)  outro(s). Qual(is)?

## AULAS PRÁTICAS (SIMULAÇÕES) (Questões 19 a 27)

As aulas práticas da disciplina sempre foram a utilização de programas computacionais para a solução numérica de sistemas de equações diferenciais ordinárias, simulando os sistemas biológicos tratados na disciplina. Durante esse período foram realizadas modificações com a utilização de simulações diferenciadas, sem a necessidade de programação pelo aluno.

19. O design das aulas práticas informatizadas (simulações) é satisfatório?  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
20. A estrutura apresentada nas aulas práticas é satisfatória para o bom desempenho na disciplina (resolução de exercícios, simulações e realização de testes)?  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
21. A forma como as simulações foram apresentadas são de fácil utilização pelo aluno?  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
22. As simulações utilizadas nas aulas práticas são motivadoras?  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
23. As simulações facilitam na compreensão dos fenômenos tratados na disciplina?  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
24. As simulações dão uma idéia de como seriam os experimentos em laboratório?  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
25. A realização das simulações com a observação dos resultados gráficos permitiu uma maior fixação dos conceitos abordados.  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
26. Assinale a(s) mudança(s) mais significativa(s) que você sugere para o material das aulas práticas.
- a)  alterações no visual (design) das aulas práticas
  - b)  modificações nos conteúdos (textos) das aulas práticas
  - c)  modificações nas simulações
  - d)  inclusão de recursos/atividades:
  - e)  exclusão de recursos/atividades
  - f)  nenhuma alteração
  - g)  outro(s). Qual(is)?

27. Como você avalia o efeito das alterações nas práticas para o seu rendimento na disciplina TAL416?
- a)  ótimo, as aulas práticas facilitaram muito a compreensão dos conteúdos.
  - b)  bom, as aulas práticas facilitaram a compreensão dos conteúdos.
  - c)  regular, as aulas práticas facilitaram um pouco a compreensão dos conteúdos.
  - d)  ruim, as aulas práticas não contribuíram para a compreensão dos conteúdos.

**AUTOAVALIAÇÃO** (Questões 28 a 31)

28. Com relação à utilização do PVANet, você:
- a)  Raramente acessava a página da disciplina fora da aula prática.
  - b)  Acessava a página da disciplina até 2 vezes por semana fora da aula prática.
  - c)  Acessava a página da disciplina de 2 a 4 vezes por semana fora da aula prática.
  - d)  Acessava a página da disciplina mais de 4 vezes por semana fora da aula prática.
29. Com relação às aulas práticas/simulações, assinale:
- a)  Nunca refazia as aulas (exercícios e simulações) fora da sala de aula.
  - b)  Às vezes refazia as aulas práticas (exercícios e simulações) fora da sala de aula.
  - c)  Sempre refazia as aulas práticas (exercícios e simulações) fora da sala de aula.
30. Assinale a alternativa que melhor descreve seu comportamento durante a disciplina:
- a)  Apenas comparecia às aulas teórica e prática e estudava na véspera das avaliações?
  - b)  Comparecia às aulas e dedicava, em média, até 2 horas por semana para estudar.
  - c)  Comparecia às aulas e dedicava de 2 a 4 horas por semana para estudar.
  - d)  Comparecia às aulas e dedicava, em média, mais de 4 horas por semana para estudar.
  - e)  Não comparecia às aulas e estudava apenas na véspera das provas.
31. Finalmente, para sua formação, como você avalia o aproveitamento da disciplina TAL416?
- a)  ótimo
  - b)  bom
  - c)  regular
  - d)  ruim

32. Outros comentários que você julga pertinente:
-

## QUESTIONÁRIO TURMA SEMIPRESENCIAL

1. Você possui computador conectado à internet em sua residência?  
( ) Sim ( ) Não

### FORMATO SEMIPRESENCIAL (Questões 2 a 14)

2. 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)? \_\_\_\_\_
3. Por que você decidiu cursar a disciplina na forma semipresencial?
- a) ( ) Incompatibilidade com horários de outras disciplinas.
  - b) ( ) Flexibilidade nos horários para estudo.
  - c) ( ) Outro(s)? \_\_\_\_\_
4. Qual a sua avaliação sobre o modo semipresencial de cursar disciplinas?
- a) ( ) Teria um rendimento melhor se tivesse cursado de forma presencial.
  - b) ( ) Foi satisfatório o rendimento neste formato e cursaria outras disciplinas do mesmo modo.
5. A disciplina, da forma que é apresentada, oferece condições para o aprendizado autônomo?
- ( ) Sim ( ) Na maioria das vezes ( ) Poucas vezes ( ) Não
6. O PVANet é uma ferramenta satisfatória para a construção de disciplinas semipresenciais?
- ( ) Sim ( ) Na maioria das vezes ( ) Poucas vezes ( ) Não
7. O PVANet é atrativo, capaz de despertar no aluno o interesse pelo conteúdo da disciplina?
- ( ) Sim ( ) Na maioria das vezes ( ) Poucas vezes ( ) Não
8. O número de ferramentas do ambiente PVANet, para suporte da disciplina, é adequado?
- ( ) Sim ( ) Na maioria das vezes ( ) Poucas vezes ( ) Não
9. As estratégias didáticas utilizadas pelo professor para a estruturação da disciplina no PVANet são adequadas (aulas práticas, disponibilização de conteúdos, apresentações)?
- ( ) Sim ( ) Na maioria das vezes ( ) Poucas vezes ( ) Não
10. O conteúdo disponibilizado na disciplina é claro?
- ( ) Sim ( ) Na maioria das vezes ( ) Poucas vezes ( ) Não

11. O conteúdo disponibilizado na disciplina é suficiente para o bom desempenho do aluno na disciplina?  
( ) Sim ( ) Na maioria das vezes ( ) Poucas vezes ( ) Não
12. Os exercícios apresentados para cada capítulo são suficientes para fixação do conteúdo?  
( ) Sim ( ) Na maioria das vezes ( ) Poucas vezes ( ) Não
13. Indique o(s) benefício(s) que você vê na utilização do material didático informatizado como suporte a uma disciplina semipresencial.
- a) ( ) possibilidade de estudo autônomo
  - b) ( ) possibilidade de administrar o tempo de estudo
  - c) ( ) facilitar a realização de atividades cooperativas e colaborativas
  - d) ( ) facilitar a interatividade com professor/monitor e outros alunos
  - e) ( ) maior estímulo ao estudo
  - f) ( ) outro(s). Qual(is)? \_\_\_\_\_
14. Indique 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 de recursos/atividades
  - e) ( ) exclusão de recursos/atividades
  - f) ( ) nenhuma
  - g) ( ) outro(s). Qual(is)? \_\_\_\_\_
- 

### **APRESENTAÇÕES (MÓDULOS) (Questões 15 a 20)**

15. Com que frequência você acessa as apresentações (módulos)?
- a) ( ) Sempre utilizo as apresentações para estudar.
  - b) ( ) Às vezes utilizo as apresentações.
  - c) ( ) Raramente acesso as apresentações.
  - d) ( ) Nunca acessei as apresentações.
16. O design das apresentações é satisfatório?  
( ) Sim ( ) Na maioria das vezes ( ) Poucas vezes ( ) Não
17. Com relação aos conteúdos das apresentações, são satisfatórios para o bom desempenho na disciplina?  
( ) Sim ( ) Na maioria das vezes ( ) Poucas vezes ( ) Não
18. A segmentação dos capítulos em módulos torna menos cansativo o estudo?  
( ) Sim ( ) Na maioria das vezes ( ) Poucas vezes ( ) Não
19. Qual a sua avaliação com relação às apresentações narradas? São melhores que as sem narração?  
( ) Sim ( ) Não  
Por quê?

20. Indique a(s) mudança(s) mais significativa(s) que você sugere para as apresentações.
- a)  alterações no visual (design) das apresentações.
  - b)  modificações nos conteúdos (textos) das apresentações.
  - c)  Narração de todas as apresentações.
  - d)  Exclusão das narrações.
  - e)  Nenhuma alteração
  - f)  outro(s). Qual(is)? \_\_\_\_\_

### **AULAS PRÁTICAS (SIMULAÇÕES) (Questões 21 a 31)**

As aulas práticas da disciplina sempre foram a utilização de programas computacionais para a solução numérica de sistemas de equações diferenciais ordinárias, simulando os sistemas biológicos tratados na disciplina. Durante esse período foram realizadas modificações com a utilização de simulações diferenciadas, sem a necessidade de programação pelo aluno.

21. O design das aulas práticas informatizadas (simulações) é satisfatório?  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
22. As aulas práticas são apresentadas de forma suficientemente clara para a execução no formato semipresencial?  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
23. A estrutura apresentada nas aulas práticas é satisfatória para o bom desempenho na disciplina (resolução de exercícios, simulações e realização de testes)?  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
24. A forma como as simulações foram apresentadas são de fácil utilização pelo aluno?  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
25. As simulações utilizadas nas aulas práticas são motivadoras?  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
26. As simulações facilitam a compreensão dos fenômenos tratados na disciplina?  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
27. As simulações dão uma idéia de como seriam os experimentos em laboratório?  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
28. As realizações das simulações com a observação dos resultados gráficos permitiram uma fixação maior dos conceitos abordados na disciplina?  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não

29. Assinale a(s) mudança(s) mais significativa(s) que você sugere para o material das aulas práticas.
- a)  alterações no visual (design) das aulas práticas
  - b)  modificações nos conteúdos (textos) das aulas práticas
  - c)  modificações nas simulações
  - d)  inclusão de recursos/atividades: \_\_\_\_\_
  - e)  exclusão de recursos/atividades: \_\_\_\_\_
  - f)  nenhuma alteração
  - g)  outro(s). Qual(is)? \_\_\_\_\_
30. Como você avalia o efeito das alterações nas aulas práticas para o seu rendimento na disciplina TAL416?
- a)  ótimo, as aulas práticas facilitaram muito a compreensão dos conteúdos.
  - b)  bom, as aulas práticas facilitaram a compreensão dos conteúdos.
  - c)  regular, as aulas práticas facilitaram um pouco a compreensão dos conteúdos.
  - d)  ruim, as aulas práticas não contribuíram para a compreensão dos conteúdos.
31. Com relação à utilização do PVANet, você:
- a)  Raramente acessava a página da disciplina.
  - b)  Acessava a página da disciplina até 2 vezes por semana.
  - c)  Acessava a página da disciplina de 2 a 4 vezes por semana.
  - d)  Acessava a página da disciplina mais de 4 vezes por semana.

#### **AUTOAVALIAÇÃO** (Questões 32 a 35)

32. Assinale a alternativa que melhor descreve seu comportamento durante a disciplina:
- a)  Apenas comparecia às reuniões, executava as práticas e estudava na véspera das avaliações.
  - b)  Comparecia às reuniões, executava as práticas e dedicava, em média, até 2 horas por semana para estudar.
  - c)  Comparecia às reuniões, executava as práticas e dedicava de 2 a 4 horas por semana para estudar.
  - d)  Comparecia às reuniões, executava as práticas e dedicava, em média, mais de 4 horas por semana para estudar.
  - e)  Não comparecia às reuniões, executava as práticas e estudava apenas na véspera das provas.
  - f)  Não comparecia às reuniões, não executava as práticas e estudava apenas na véspera das provas.
33. Com relação às aulas práticas/simulações, assinale:
- a)  Nunca refazia as aulas (exercícios e simulações).
  - b)  Às vezes refazia as aulas práticas (exercícios e simulações).
  - c)  Sempre refazia as aulas práticas (exercícios e simulações).

34. Para sua formação, como você avalia o aproveitamento da disciplina TAL416?
- a)  ótimo
  - b)  bom
  - c)  regular
  - d)  ruim
35. Comentários e sugestões para a disciplina:
- 

### QUESTIONÁRIO EX-ALUNOS

1. Quando você cursou a disciplina?
  - a)  2007/II
  - b)  2006/II
  - c)  2005/II
  - d)  Antes de 2005
2. Qual a forma que você cursou a disciplina?
  - a)  Presencial
  - b)  Semipresencial

### APRESENTAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DA DISCIPLINA NA PLATAFORMA PVANET (Questões 3 a 6)

3. Organização da disciplina no ambiente PVANet é satisfatória para a utilização pelos alunos?  
(  ) Sim      (  ) Na maioria das vezes      (  ) Poucas vezes      (  ) Não
4. As ferramentas disponíveis no ambiente são satisfatórias para o bom desempenho e interação do aluno com o professor? (  )  
(  ) Sim      (  ) Na maioria das vezes      (  ) Poucas vezes      (  ) Não
5. Indique o(s) benefício(s) que você vê na utilização do material didático informatizado como suporte à disciplina.
  - a)  possibilidade de estudo autônomo
  - b)  possibilidade de administrar o tempo de estudo
  - c)  facilitar a realização de atividades cooperativas e colaborativas
  - d)  facilitar a interatividade com professor/monitor e outros alunos
  - e)  maior estímulo ao estudo
  - f)  outro(s). Qual(is)?

6. Hoje, o que você sugeriria como (s) mudança(s) mais significativa(s) no material?
- a)  alterações no visual (*design*) da página.
  - b)  modificações nos textos (conteúdo da disciplina)
  - c)  modificações nas apresentações dos módulos (resumos)
  - d)  inclusão de recursos/atividades
  - e)  exclusão de recursos/atividades
  - f)  nenhuma
  - g)  outro(s). Qual(is)? \_\_\_\_\_

## APRESENTAÇÕES

Em 2008, foram realizadas modificações na apresentação dos módulos. Acesse e compare duas apresentações: Capítulos 1, 2 ou 3 e Capítulo 5 (módulos 11 e 12). (Questões 7 a 9).

7. O design das apresentações é satisfatório?  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
8. Qual a sua avaliação com relação às apresentações narradas? São melhores que as sem narração?  
 Sim       Não

Por quê?

---

9. Indique a(s) mudança(s) mais significativa(s) que você sugere para as apresentações.
- a)  alterações no visual (*design*) das apresentações.
  - b)  modificações nos conteúdos (textos) das apresentações.
  - c)  Narração de todas as apresentações.
  - d)  Exclusão das narrações.
  - e)  Nenhuma alteração
  - f)  outro(s). Qual(is)? \_\_\_\_\_

## AULAS PRÁTICAS

As aulas práticas da disciplina também foram modificadas.

A alteração mais significativa foi a utilização de simulações diferenciadas.

Utilize como modelo a prática 9. Nesta prática foram realizadas duas simulações. Acesse-as e avalie (Questões 10 a 18).

10. Você acha que a estrutura apresentada nas aulas práticas é satisfatória (resolução de exercícios, simulações e realização de testes)?  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
11. O design das aulas práticas informatizadas (simulações) é satisfatório?  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
12. A forma como as simulações foram apresentadas são de fácil utilização pelo aluno?  
 Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não

13. As simulações utilizadas nas aulas práticas são motivadoras?  
( ) Sim      ( ) Na maioria das vezes      ( ) Poucas vezes      ( ) Não
14. As simulações facilitam a compreensão dos fenômenos tratados na disciplina?  
( ) Sim      ( ) Na maioria das vezes      ( ) Poucas vezes      ( ) Não
15. A realização das simulações, com a observação dos resultados gráficos, permitirá uma fixação maior dos conceitos abordados?  
( ) Sim      ( ) Na maioria das vezes      ( ) Poucas vezes      ( ) Não
16. Indique a(s) mudança(s) mais significativa(s) que você sugere para o material das aulas práticas.
- a) ( ) alterações no visual das aulas práticas
  - b) ( ) modificações nos conteúdos (textos) das aulas práticas
  - c) ( ) inclusão de recursos/atividades: Quais? \_\_\_\_\_
  - d) ( ) exclusão de recursos/atividades: Quais? \_\_\_\_\_
  - e) ( ) nenhuma alteração
  - f) ( ) outro(s). Qual(is)? \_\_\_\_\_
17. Como você avalia a estratégia da utilização de simulações dos processos bioquímicos para a formação do profissional da área de alimentos?
- a) ( ) ótimo
  - b) ( ) bom
  - c) ( ) regular
  - d) ( ) ruim
18. E, finalmente, grosso modo, como você avalia esse novo formato quando comparado com a disciplina que você cursou?
- a) ( ) A disciplina no novo formato está muito mais interessante.
  - b) ( ) A disciplina no novo formato está um pouco mais interessante.
  - c) ( ) Não vejo diferença entre os formatos atual e antigo.
  - d) ( ) Preferia a disciplina no formato antigo.

Comentários adicionais e sugestões:

---

## QUESTIONÁRIO: PROFISSIONAIS

Avaliador: \_\_\_\_\_

Instituição/Empresa: \_\_\_\_\_

### APRESENTAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DA DISCIPLINA NA PLATAFORMA PVANET (Questões 1 a 4)

1. Organização da disciplina no ambiente PVANet é satisfatória para a utilização pelos alunos?  
( ) Sim      ( ) Na maioria das vezes      ( ) Poucas vezes      ( ) Não
  
2. As ferramentas (email, chat, ferramentas de conteúdo, perguntas e respostas, fórum) disponíveis no ambiente são satisfatórias para o bom desempenho e interação do aluno com o professor?  
( ) Sim      ( ) Na maioria das vezes      ( ) Poucas vezes      ( ) Não
  
3. Indique o(s) benefício(s) para o aluno na utilização do material didático informatizado como suporte a uma disciplina presencial.
  - a) ( ) possibilidade de estudo autônomo
  - b) ( ) possibilidade de administrar o tempo de estudo
  - c) ( ) facilitar a realização de atividades cooperativas e colaborativas
  - d) ( ) facilitar a interatividade com professor/monitor e outros alunos
  - e) ( ) maior estímulo ao estudo
  - f) ( ) outro(s). Qual(is)? \_\_\_\_\_
  
4. Indique 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 de recursos/atividades. Quais? \_\_\_\_\_
  - e) ( ) exclusão de recursos/atividades. Quais? \_\_\_\_\_
  - f) ( ) nenhuma
  - g) ( ) outro(s). Qual(is)? \_\_\_\_\_

Dentro de *Sala de Aula* se encontram as **APRESENTAÇÕES (módulos)**. Acesse uma das apresentações iniciais (Capítulos 1, 2 ou 3) e compare com as apresentações narradas do Capítulo 5 (módulos 11 e 12), respondendo às questões **5, 6 e 7**.

5. O design das apresentações é satisfatório?  
( ) Sim      ( ) Na maioria das vezes      ( ) Poucas vezes      ( ) Não
  
6. Qual a sua avaliação com relação às apresentações narradas. São melhores que as sem narração?  
( ) Sim      ( ) Não

Por quê?

\_\_\_\_\_

7. Assinale a(s) mudança(s) mais significativa(s) que você sugere para as apresentações.
- a)  alterações no visual (design) das apresentações.
  - b)  modificações nos conteúdos (textos) das apresentações.
  - c)  Narração de todas as apresentações.
  - d)  Exclusão das narrações.
  - e)  Nenhuma alteração
  - f)  outro(s). Qual(is)? \_\_\_\_\_

Uma das modificações realizadas na disciplina foram as **AULAS PRÁTICAS**.

As aulas práticas da disciplina sempre foram a utilização de programas computacionais para a solução numérica de sistemas de equações diferenciais ordinárias, simulando os sistemas biológicos tratados na disciplina.

A alteração mais significativa feita foi a utilização de simulações diferenciadas. O aluno não tem de programar, ele apenas altera os parâmetros de entrada em uma situação simulada e analisa o resultado através dos gráficos gerados.

(Dentro do item **Aulas Práticas** utilize como modelo a prática 9. Nesta prática foram realizadas duas simulações. Acesse e avalie-as) (Questões 8 a 19).

8. O design (cores, letras) das aulas práticas informatizadas (simulações) é satisfatório?
- Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
9. A forma como as simulações foram apresentadas são de fácil utilização pelo aluno?
- Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
10. As aulas práticas consistiram nos experimentos simulados, resolução de exercícios e ao final os alunos resolviam testes online. Você acha que essa estrutura apresentada nas aulas práticas é satisfatória?
- Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
11. As simulações utilizadas nas aulas práticas são motivadoras?
- Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
12. As simulações facilitam a compreensão dos fenômenos tratados na disciplina?
- Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
13. As simulações dão uma idéia de como seriam os experimentos em laboratório?
- Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não
14. A realização das simulações com a observação dos resultados gráficos permitirá uma maior fixação dos conceitos abordados?
- Sim       Na maioria das vezes       Poucas vezes       Não

15. Os testes on-line são satisfatórios?  
( ) Sim      ( ) Na maioria das vezes      ( ) Poucas vezes      ( ) Não
16. Como você avalia a utilização de experimentos simulados em uma disciplina como a *Cinética de Processos Bioquímicos*:  
a) ( ) É uma ferramenta muito útil, torna a aula mais dinâmica e devem ser explorados.  
b) ( ) Experimentos simulados devem ser utilizados com moderação em disciplinas como essa.  
c) ( ) Experimentos simulados não devem ser utilizados em disciplinas como essa.
17. Indique a(s) mudança(s) mais significativa(s) que você sugere para o material das aulas práticas.  
a) ( ) alterações no visual (design) das aulas práticas  
b) ( ) modificações nos conteúdos (textos) das aulas práticas  
c) ( ) modificações nas simulações  
d) ( ) inclusão de recursos/atividades: \_\_\_\_\_  
e) ( ) exclusão de recursos/atividades: \_\_\_\_\_  
f) ( ) nenhuma alteração  
g) ( ) outro(s). Qual(is)? \_\_\_\_\_
18. Qual a sua avaliação a respeito da influência das simulações na formação de profissionais da área de *Cinética de Processos Bioquímicos*?  
a) ( ) ótima  
b) ( ) boa  
c) ( ) regular  
d) ( ) ruim
19. Qual a sua avaliação a respeito da disciplina *Cinética de Processos Bioquímicos* estruturada no ambiente PVANet?  
a) ( ) Ótima  
b) ( ) Boa  
c) ( ) Regular  
d) ( ) Ruim

**Comentários adicionais e sugestões:**

## 8.2. Tabelas com resultados dos questionários

**Tabela – Resultados alunos modalidade presencial**

| Questão | Frequência de Respostas |      |      |      |      |      |      |    | Total de Respostas |
|---------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|----|--------------------|
|         | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 | op.6 | op.7 | sr |                    |
| 1       | op.1                    | op.2 |      |      |      |      |      | sr | 22                 |
|         | 21                      | 1    |      |      |      |      |      |    |                    |
| 2       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 32                 |
|         | 10                      | 7    | 7    | 4    |      |      |      | 4  |                    |
| 3       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22                 |
|         | 9                       | 10   | 0    | 3    |      |      |      |    |                    |
| 4       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22                 |
|         | 16                      | 4    | 1    | 0    |      |      |      | 1  |                    |
| 5       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22                 |
|         | 18                      | 4    | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 6       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22                 |
|         | 17                      | 4    | 1    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 7       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22                 |
|         | 11                      | 11   | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 8       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22                 |
|         | 9                       | 10   | 2    | 1    |      |      |      |    |                    |
| 9       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22                 |
|         | 13                      | 8    | 0    | 0    |      |      |      | 1  |                    |
| 10      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22                 |
|         | 6                       | 11   | 5    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 11      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 | op.6 | op.7 | sr | 27                 |
|         | 4                       | 5    | 2    | 1    | 1    | 13   | 1    |    |                    |
| 12      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 | op.6 |      | sr | 55                 |
|         | 17                      | 14   | 5    | 10   | 7    | 2    |      |    |                    |
| 13      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22                 |
|         | 5                       | 12   | 5    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 14      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22                 |
|         | 17                      | 5    | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 15      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22                 |
|         | 12                      | 9    | 1    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 16      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22                 |
|         | 11                      | 8    | 2    | 1    |      |      |      |    |                    |
| 17      | op.1                    | op.2 |      |      |      |      |      | sr | 22                 |
|         | 20                      | 2    |      |      |      |      |      |    |                    |
| 18      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 | op.6 |      | sr | 24                 |
|         | 0                       | 0    | 13   | 0    | 8    | 3    |      |    |                    |
| 19      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22                 |
|         | 11                      | 10   | 1    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 20      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22                 |
|         | 12                      | 10   | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |

|    |      |      |      |      |      |      |      |    |    |
|----|------|------|------|------|------|------|------|----|----|
| 21 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22 |
|    | 10   | 10   | 2    | 0    |      |      |      |    |    |
| 22 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22 |
|    | 8    | 11   | 2    | 1    |      |      |      |    |    |
| 23 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22 |
|    | 18   | 4    | 0    | 0    |      |      |      |    |    |
| 24 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22 |
|    | 10   | 9    | 3    | 0    |      |      |      |    |    |
| 25 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22 |
|    | 16   | 5    | 1    | 0    |      |      |      |    |    |
| 26 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 | op.6 | op.7 | sr | 22 |
|    | 0    | 2    | 4    | 1    | 0    | 11   | 4    | 0  |    |
| 27 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22 |
|    | 11   | 10   | 1    | 0    |      |      |      |    |    |
| 28 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22 |
|    | 8    | 10   | 2    | 0    |      |      |      | 2  |    |
| 29 | op.1 | op.2 | op.3 |      |      |      |      | sr | 22 |
|    | 7    | 14   | 1    |      |      |      |      |    |    |
| 30 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 |      |      | sr | 22 |
|    | 11   | 7    | 4    | 0    | 0    |      |      |    |    |
| 31 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 22 |
|    | 4    | 16   | 2    | 0    |      |      |      |    |    |

Total de avaliadores = 22

op.= opção

sr = sem resposta

### Tabela – Resultados: alunos modalidade semipresencial

| Questão | Frequência de Respostas |      |      |      |  |  |  |    | Total de Respostas |
|---------|-------------------------|------|------|------|--|--|--|----|--------------------|
|         | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |  |  |  | sr |                    |
| 1       | op.1                    | op.2 |      |      |  |  |  | sr | 6                  |
|         | 5                       | 1    |      |      |  |  |  |    |                    |
| 2       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |  |  |  | sr | 6                  |
|         | 1                       | 3    | 0    | 1    |  |  |  | 1  |                    |
| 3       | op.1                    | op.2 | op.3 |      |  |  |  | sr | 6                  |
|         | 5                       | 1    | 0    |      |  |  |  |    |                    |
| 4       | op.1                    | op.2 |      |      |  |  |  | sr | 6                  |
|         | 1                       | 5    |      |      |  |  |  |    |                    |
| 5       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |  |  |  | sr | 6                  |
|         | 2                       | 4    | 0    | 0    |  |  |  |    |                    |
| 6       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |  |  |  | sr | 6                  |
|         | 5                       | 1    | 0    | 0    |  |  |  |    |                    |
| 7       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |  |  |  | sr | 6                  |
|         | 1                       | 4    | 1    | 0    |  |  |  |    |                    |
| 8       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |  |  |  | sr | 6                  |
|         | 5                       | 0    | 1    | 0    |  |  |  |    |                    |

|    |      |      |      |      |      |      |      |    |    |
|----|------|------|------|------|------|------|------|----|----|
| 9  | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 6  |
|    | 6    | 0    | 0    | 0    |      |      |      |    |    |
| 10 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 6  |
|    | 3    | 3    | 0    | 0    |      |      |      |    |    |
| 11 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 6  |
|    | 4    | 2    | 0    | 0    |      |      |      |    |    |
| 12 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 6  |
|    | 2    | 4    | 0    | 0    |      |      |      |    |    |
| 13 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 | op.6 |      | sr | 12 |
|    | 5    | 4    | 0    | 2    | 1    | 0    |      |    |    |
| 14 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 | op.6 | op.7 | sr | 6  |
|    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 3    | 1    |    |    |
| 15 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 6  |
|    | 1    | 2    | 3    | 0    |      |      |      |    |    |
| 16 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 6  |
|    | 5    | 1    | 0    | 0    |      |      |      |    |    |
| 17 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 6  |
|    | 6    | 0    | 0    | 0    |      |      |      |    |    |
| 18 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 6  |
|    | 6    | 0    | 0    | 0    |      |      |      |    |    |
| 19 | op.1 | op.2 |      |      |      |      |      | sr | 6  |
|    | 6    | 0    |      |      |      |      |      |    |    |
| 20 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 | op.6 |      | sr | 6  |
|    | 0    | 0    | 6    | 0    | 0    | 0    |      |    |    |
| 21 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 6  |
|    | 3    | 2    | 1    | 0    |      |      |      |    |    |
| 22 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 6  |
|    | 0    | 4    | 2    | 0    |      |      |      |    |    |
| 23 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 6  |
|    | 1    | 4    | 1    | 0    |      |      |      |    |    |
| 24 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 6  |
|    | 2    | 3    | 1    | 0    |      |      |      |    |    |
| 25 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 6  |
|    | 2    | 2    | 2    | 0    |      |      |      |    |    |
| 26 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 6  |
|    | 1    | 4    | 1    | 0    |      |      |      |    |    |
| 27 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 6  |
|    | 3    | 3    | 0    | 0    |      |      |      |    |    |
| 28 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 6  |
|    | 3    | 2    | 1    | 0    |      |      |      |    |    |
| 29 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 | op.6 | op.7 | sr | 6  |
|    | 0    | 1    | 2    | 0    | 0    | 3    | 0    |    |    |
| 30 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 6  |
|    | 2    | 3    | 1    | 0    |      |      |      |    |    |

|    |      |      |      |      |      |      |  |    |   |
|----|------|------|------|------|------|------|--|----|---|
| 31 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |  | sr | 6 |
|    | 0    | 3    | 3    | 0    |      |      |  |    |   |
| 32 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 | op.6 |  | sr | 6 |
|    | 1    | 5    | 0    | 0    | 0    | 0    |  |    |   |
| 33 | op.1 | op.2 | op.3 |      |      |      |  | sr | 6 |
|    | 2    | 4    | 0    |      |      |      |  |    |   |
| 34 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |  | sr | 6 |
|    | 2    | 4    | 0    | 0    |      |      |  |    |   |

**Tabela – Resultados ex-alunos**

| Questão | Frequência de Respostas |      |      |      |      |      |      |    | Total de Respostas |
|---------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|----|--------------------|
|         | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr |                    |
| 1       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 13                 |
|         | 1                       | 1    | 4    | 7    |      |      |      |    |                    |
| 2       | op.1                    | op.2 |      |      |      |      |      | sr | 13                 |
|         | 10                      | 3    |      |      |      |      |      |    |                    |
| 3       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 13                 |
|         | 9                       | 4    | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 4       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 13                 |
|         | 7                       | 5    | 1    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 5       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 | op.6 |      | sr | 36                 |
|         | 12                      | 7    | 7    | 7    | 2    | 1    |      |    |                    |
| 6       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 | op.6 | op.7 | sr | 15                 |
|         | 1                       | 1    | 2    | 3    | 1    | 6    | 1    |    |                    |
| 7       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 13                 |
|         | 11                      | 2    | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 8       | op.1                    | op.2 |      |      |      |      |      | sr | 13                 |
|         | 12                      | 1    |      |      |      |      |      |    |                    |
| 9       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 | op.6 |      | sr | 14                 |
|         | 1                       | 1    | 8    | 0    | 0    | 3    |      |    |                    |
| 10      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 13                 |
|         | 8                       | 4    | 1    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 11      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 13                 |
|         | 9                       | 3    | 0    | 1    |      |      |      |    |                    |
| 12      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 13                 |
|         | 6                       | 7    | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 13      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 13                 |
|         | 8                       | 4    | 0    | 1    |      |      |      |    |                    |
| 14      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 13                 |
|         | 11                      | 1    | 1    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 15      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 13                 |
|         | 10                      | 3    | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 16      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 | op.6 |      | sr | 13                 |
|         | 1                       | 2    | 2    | 0    | 7    | 1    |      | 0  |                    |

|    |      |      |      |      |  |  |  |    |    |
|----|------|------|------|------|--|--|--|----|----|
| 17 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |  |  |  | sr | 13 |
|    | 8    | 4    | 1    | 0    |  |  |  |    |    |
| 18 | op.1 | op.2 | op.3 | op.4 |  |  |  | sr | 13 |
|    | 11   | 2    | 0    | 0    |  |  |  |    |    |

**Tabela - Resultados profissionais**

| Questão | Frequência de Respostas |      |      |      |      |      |      |    | Total de Respostas |
|---------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|----|--------------------|
|         | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr |                    |
| 1       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 5                  |
|         | 4                       | 1    | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 2       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 5                  |
|         | 5                       | 0    | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 3       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 | op.6 |      | sr | 15                 |
|         | 4                       | 5    | 1    | 2    | 3    | 0    |      |    |                    |
| 4       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 | op.6 | op.7 | sr | 5                  |
|         | 2                       | 0    | 0    | 0    | 0    | 3    | 0    |    |                    |
| 5       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 5                  |
|         | 2                       | 3    | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 6       | op.1                    | op.2 |      |      |      |      |      | sr | 5                  |
|         | 4                       | 1    |      |      |      |      |      |    |                    |
| 7       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 | op.6 |      | sr | 8                  |
|         | 2                       | 0    | 4    | 0    | 0    | 2    |      |    |                    |
| 8       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 5                  |
|         | 4                       | 1    |      |      |      |      |      |    |                    |
| 9       | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 5                  |
|         | 2                       | 3    | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 10      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 5                  |
|         | 1                       | 4    | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 11      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 5                  |
|         | 4                       | 1    | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 12      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 5                  |
|         | 5                       | 0    | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 13      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 5                  |
|         | 2                       | 2    | 1    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 14      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 5                  |
|         | 3                       | 2    | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 15      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 5                  |
|         | 4                       | 1    | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 16      | op.1                    | op.2 | op.3 |      |      |      |      | sr | 5                  |
|         | 5                       | 0    | 0    |      |      |      |      |    |                    |
| 17      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 | op.5 | op.6 | op.7 | sr | 5                  |
|         | 1                       | 1    | 0    | 0    | 0    | 3    |      |    |                    |
| 18      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 5                  |
|         | 4                       | 1    | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |
| 19      | op.1                    | op.2 | op.3 | op.4 |      |      |      | sr | 5                  |
|         | 3                       | 2    | 0    | 0    |      |      |      |    |                    |