



**COBENGE 2005**

**XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**

"Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças"

12 a 15 de setembro - Campina Grande Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPG-UFPE

## **UM AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM DE TRANSMISSÃO DE CALOR PARA UM CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA**

**Rubem Mário Figueiró Vargas**-rvargas@puccrs.br

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS

Av. Ipiranga 6681, Prédio 30 Sala 160.

CEP 90619.900 - Porto Alegre – RS

**José Nicoletti Filho**-nicoletti@puccrs.br

**Rosana Kunst**-rkunst@puccrs.br

**André Brum Fernandes**-abffisica@hotmail.com

***Resumo:** Neste trabalho apresentam-se e discute-se as etapas de um projeto de construção de um ambiente virtual de aprendizagem em Transferência de Calor, disciplina que integra o currículo pleno de engenharia química na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). O ambiente aqui proposto procura privilegiar a interatividade, a cooperação e a autonomia dos estudantes. Ancorado em uma plataforma que faz uso do gerenciador Web-CT e videoconferência, criam-se materiais hipertextuais, laboratórios virtuais, fórum de discussão e chats. Estas atividades são programadas a fim de mesclar-se às atividades presenciais tradicionais no curso de graduação. Dessa forma, pretende-se dispor de um ambiente mais rico de possibilidades, que despertem o interesse do estudante vindo a promover processos de aprendizagem significativos.*

***Palavras-chave:** ambientes virtuais de aprendizagem, transferência de calor.*

### **1. INTRODUÇÃO**

O curso de graduação em Engenharia Química com ênfase em Operação petroquímica oferecido na modalidade a distância, baseia-se em um projeto que congrega os interesses da OPP Química SA, atualmente Braskem SA, destaque no cenário petroquímico da América do Sul. O objetivo fundamental da proposta está na qualificação dos profissionais para o mercado de trabalho, uma vez que se destina a profissionais que na atualidade exercem as funções de operadores de processos industriais e cuja formação técnica é de nível médio. Desta forma, a elaboração de uma proposta curricular sustentada por uma abordagem pedagógica adequada aos propósitos e inerências de um ensino cujas atividades presenciais cobrem 25% das atividades como um todo, ficando o restante para ser desenvolvido a distância, (MEDEIROS et al, 2001).

As tecnologias da informação e comunicação têm se mostrado como uma tendência global nos mais diferentes setores da sociedade do mundo de hoje. Não podendo ficar alheio a tais

movimentos, os ambientes universitários acompanham tais mudanças a fim de dar conta de um público com grande intimidade com essas tecnologias.

A incorporação das tecnologias da informação e da comunicação – TICS - no universo educacional tem propiciado o desenvolvimento de ações cooperativas que facilitam o crescimento individual e coletivo e, ainda, o desenvolvimento de ações que buscam a iniciativa, a flexibilidade e a autonomia do sujeito. Nesta perspectiva e prática, diferentemente das inovações anteriores, a natureza destas mudanças, afeta não só o professor, mas também o aluno, assim como o próprio ambiente e o processo de ensino/aprendizagem.

Não há dúvida de que é preciso ampliar a formação dos professores para atuar de forma criativa, usando a tecnologia como um aliado. É preciso repensar o compromisso do professor frente a esse novo contexto, na importância de investir e fundamentar o ensino em teorias de aprendizagem para uma educação contemporânea, como também, saber fazer uso de ferramentas computacionais na Educação *online*, (SILVA, 2000). Isto envolve o conhecimento de ferramentas, serviços, metodologia e estratégias de motivação que levem o professor a refletir sobre seu papel dentro destas novas organizações de aprendizagem. É nesse contexto que se descreve a construção de um ambiente de aprendizagem que visa abordar o estudo da Transmissão de Calor para um curso de graduação em Engenharia química, (VARGAS et al, 2003).

## **2. ESTRUTURA DA DISCIPLINA DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR**

A disciplina insere-se no curso com caráter de formação básica visto que serve de suporte para as disciplinas subseqüentes como operações unitárias e cálculos de equipamentos. O futuro profissional aplicará os conteúdos desta disciplina no cálculo das perdas térmicas em equipamentos e tubulações industriais bem como nos dimensionamentos dos mais diversos equipamentos e processos. Os objetivos delineados são:

- a) Capacitar o aluno na compreensão dos diferentes fenômenos de transferência de calor tornando-os aptos a identificá-los em circunstâncias práticas.
- b) Preparar o aluno na quantificação dos diferentes fenômenos de transferência de calor que eles ocorram isolada ou simultaneamente.
- c) Criar no aluno espírito crítico e de análise no que se refere aos problemas de transferência de calor.

O curso foi estruturado seguindo a topologia (arranjo ou organização tecnológica) das mídias contempladas na PUCRS VIRTUAL. Dentre os recursos utilizados englobam videoconferência mediada por segmento de satélite; acesso remoto as aulas pelo vídeo on demand, uso de recursos, serviços e ferramentas da Web, além de disponibilizar o uso aberto de linhas 0800 e de linhas convencionais discadas disponíveis para assessoramento por parte de professores, tutores e monitores. A PUCRS VIRTUAL considerou de maior importância o atendimento de fatores como acessibilidade - possibilidade de acesso do aluno; endereçabilidade - condição de chegar aos locais e pessoas, considerando as dificuldades de transmissão/recebimento de dados e imagens exclusivamente via Internet; resolutividade- ser capaz de gerar, transferir dados, imagens e sons e, da mesma forma, recebê-los com qualidade, no que se inclui a velocidade; de interatividade, permanência, transparência, compartilhamento e de terminalidade (MEDEIROS E MEDEIROS, 2001).

A disciplina foi estruturada em seis módulos apresentados na Tabela 1, prevendo uma carga horária total de 60 horas, cumpridas ao longo de um semestre, sendo parte presencial de acordo com a natureza da atividade, nesta categoria incluem-se as atividades de laboratório e avaliações; uma outra parte a ser desenvolvida a distância, que envolve ferramentas de comunicação e navegação em materiais hipertextuais.

O Módulo I denominado de Fundamentos da transferência de calor consiste na introdução a esta forma de fenômeno de transporte, seu contexto e suas formas de manifestação bem como no estudo das leis básicas da transferência de calor por condução, convecção e radiação, e dos mecanismos combinados entre estas diferentes formas.

Tabela 1: Visão geral dos Módulos da Disciplina

Módulo I	Fundamentos da Transferência de Calor
Módulo II	Equação Diferencial de Transferência de Calor
Módulo III	Condução de Calor em Regime Permanente
Módulo IV	Condução de Calor em Regime Transiente
Módulo V	Transmissão de Calor por Radiação
Módulo VI	Convecção

O Módulo II é a Equação Diferencial de Transferência de Calor, onde se discute o princípio de conservação da energia expresso em forma de equação diferencial e suas relações matemáticas. O Módulo III é a Condução de Calor em Regime Permanente, que se desdobra em diversos tópicos: equação geral da condução; paredes de configuração simples: parede plana, parede cilíndrica, parede esférica; sistemas com geração interna de calor; espessura crítica de isolamento; transmissão de calor através de superfícies estendidas; e finalmente a condução em regime permanente multidimensional. O Módulo IV contempla a condução em regime transiente, desdobrando-se no estudo dos sistemas com resistência interna desprezível, bem como sistemas mais gerais em que se faz uso das cartas temperatura x tempo, também se aborda neste módulo a transferência de calor para uma parede semi-infinita. O Módulo V é o estudo da transmissão de calor por radiação, onde se abordam a natureza da radiação térmica suas propriedades, seguido do estudo da troca térmica entre superfícies negras, e finalizando com o estudo da troca térmica entre superfícies cinzas com emissividades diferentes de um. O Módulo VI aborda o mecanismo da convecção, desdobrando-se nos seguintes tópicos: coeficiente da transferência de calor por convecção; fundamentos da camada limite; o número de Nusselt; avaliação dos coeficientes de transmissão de calor por convecção via Análise dimensional, Análise aproximada e exata da camada limite, Analogia entre transferência de calor e quantidade de movimento no escoamento turbulento; parâmetros de semelhança na convecção natural; convecção forçada sobre superfícies externas e no interior de cilindro e dutos.

Na organização do curso foram previstas duas horas por semana de videoconferência ou aula presencial e duas horas aproximadamente de trabalhos orientados utilizando o ambiente web. Para dar suporte a aprendizagem do aluno foi criada uma página na Internet para o curso com a finalidade de ser uma referência, ponto de encontro entre todos os participantes. Esta página foi organizada com uma *estrutura aberta* e outra *fechada*. A *parte aberta*, visível para todos os usuários da Internet onde são apresentadas informações gerais sobre o curso como: nome dos professores, cronograma, disciplinas, entre outras.

A *parte fechada* é uma área exclusiva dos participantes do curso criada no ambiente gerenciador WebCT<sup>1</sup>, onde apenas os usuários do curso podem ter acesso através de senha. Cabe salientar que este ambiente foi estendido aos estudantes do curso presencial de engenharia química da PUCRS. Ali se encontram disponíveis os materiais, as ferramentas de

<sup>1</sup> WebCT é um gerenciador de aprendizagem a distância desenvolvido na University of British Columbia e utilizado por mais de 1500 instituições em 61 países.

comunicação como e-mail, chat, fórum, avaliações, ferramentas para *download*, aulas ao vivo e o registro de chats e aulas anteriores, conforme pode ser observado na figura 4. A organização do ambiente atendeu as dimensões de interatividade, colaboração, autonomia, metacognição e afeto, privilegiadas pelo paradigma da PUCRS VIRTUAL, (MEDEIROS et al., 2001.a). O *gerenciamento e armazenamento* do material didático, permitiu ao professor, fazer cópias (upload) de arquivos (ppt, pdf, doc, etc.) para dentro do ambiente (WAGNER et al., 2003).



Figura 1. Página do Curso: Parte aberta

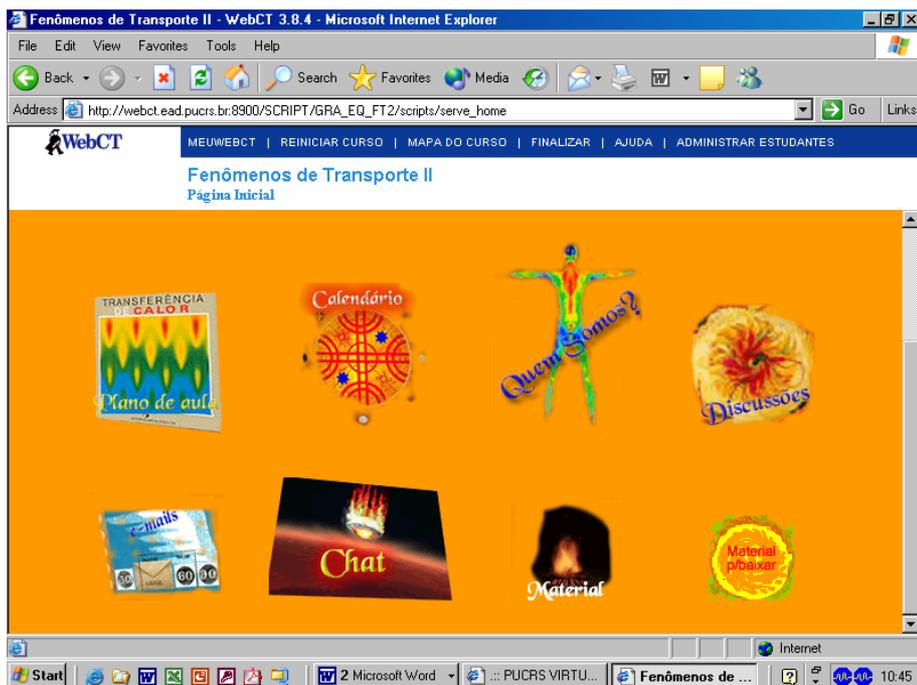


Figura 2. Ambiente do Curso- Parte Fechada

O monitoramento dos alunos, facilitados pelo WebCT, propicia a posse de informações como: número de conexões de cada aluno, data do primeiro e último acesso, bem como os materiais acessados por cada aluno, além de análise qualitativa das falas em *chats* e fóruns de discussão. Tais condições possibilitam um monitoramento do processo de aprendizagem permitindo uma avaliação constante do interesse despertado pelas tarefas, das possibilidades e impossibilidades dos alunos alertando assim ao docente a mudança de rotas e estratégias no sentido da promoção de uma aprendizagem efetiva.

O processo de avaliação concretiza-se através de provas presenciais além de uma avaliação que se dará ao longo do processo, fruto do acompanhamento permanente realizado pelo professor da atuação individual de cada estudante manifestada no ambiente do curso, possibilidade esta garantida pelo uso do WebCT. Mais do que uma postura de vigilância, de controle, mas também sendo, entende-se este acompanhamento como um monitoramento para dar vazão a outros procedimentos e atendimento às individualidades no processo de aprender. É importante que o professor possua outras estratégias para atender a demandas inusitadas, que poderão surgir a partir de cada sujeito.

O acompanhamento realizado pelos monitores e professor, com relação às tarefas realizadas e encaminhadas pelos participantes, tem como orientação o respeito às manifestações dos discentes, numa relação que deve primar pela dinâmica, pela participação e pelo processo dialógico, a fim de favorecer que dimensões como interatividade e cooperação venham se unir ao processo cognitivo, sendo este estabelecido em nível coletivo e individual.

### **3. A EQUIPE**

A disciplina é acompanhada por uma equipe: professor, coordenador de EAD e monitor. Todos os membros que compõem a equipe são, também, gestores de conhecimentos operacionais, pedagógicos e de relação interpessoal.

Os coordenadores de EAD têm como ações promover a mediação com a Unidade Acadêmica, no caso em questão a Faculdade de Engenharia, ou organização parceira visando à facilitação e ao apoio quanto à infra-estrutura necessária para o andamento do curso. Isto implica disponibilizar espaço físico, recursos humanos e técnicos para a realização das atividades pretendidas pelo professor da disciplina e pelo grupo como um todo, instituindo mediações facilitadoras no trânsito das informações, na comunicação com a equipe de apoio (monitoria), assim como na conexão com a arquitetura pedagógica de EAD, em sua consonância com os desafios presentes no paradigma socioeducativo. Os professores do curso de Transferência de Calor possuem ampla experiência nos conteúdos afetos a essa disciplina e exercem um papel fundamental dentro do processo de interação com a coordenação em EAD e os alunos.

Os monitores apóiam o professor na construção e organização de ambientes de aprendizagem e da aula, interagindo com o aluno no que se refere ao conteúdo da disciplina e atendendo às dificuldades técnicas dos alunos. A seleção de tais monitores para atuarem no curso é realizada com estudantes da Universidade que cursem Engenharia química ou áreas afim.

A construção do ambiente virtual para esta disciplina constitui-se em um momento de aprendizagem mútua, no qual professores e monitores com suas especificidades, diferenças e conflitos, dialogam para manter a estabilidade dinâmica dos processos pedagógicos dentro da proposta pedagógica do curso como um todo. É a assimetria se mostrando na simetria de falas e ações (HABERMAS, 1990).

#### 4. FERRAMENTAS DE APRENDIZAGEM

As ferramentas de comunicação (correio eletrônico, fórum de discussão e chat) tornam-se potentes ferramentas de aprendizagem, pois possibilitam que os alunos distantes se conheçam, exponham suas idéias, troquem informações, estabelecendo uma postura cooperativa e além disso interajam com os colegas, professores e monitores, com materiais e com a própria tecnologia.

O chat, sendo uma ferramenta síncrona, é oferecido em horários variados, por solicitação dos alunos e versa sobre um tema pré-determinado. Como o WebCT permite registrar as conversas do chat após cada encontro, essas falas podem ser recuperadas e disponibilizadas na página do curso, para que os alunos possam acompanhar posteriormente. O papel do professor é de articulador e mediador, motivando e complementando os temas apresentados durante os chats, fóruns e em outros momentos do curso, buscando dessa forma incentivar o desenvolvimento de autonomia e colaboração entre seus estudantes.

O fórum é uma ferramenta onde a discussão ocorre de maneira assíncrona permitindo que tanto professores como estudantes postem mensagens relativas à proposta temática além de permitir o surgimento de questões instigantes para a alimentação de futuros fóruns. Neste tipo de ambiente, assim como nos chats, a troca de experiências e exposição de diferentes pontos de vista, favorecem o exercício da cidadania assim como os aspectos que se referem à multiplicidade além da convivência na diversidade.

Outro recurso didático utilizado no ambiente do curso constitui-se em hipertextos. Este material tem como característica principal a possibilidade de acesso a diferentes páginas publicadas na web assim como links com disciplinas cursadas anteriormente para revisar requisitos já contemplados, o que promove a integração de conhecimentos que é uma meta do projeto pedagógico do curso.

O uso de hipertexto tem como decorrência, mas também constituição, o favorecimento às múltiplas inteligências e como consequência contempla às múltiplas formas de aprender, no sentido com que Gardner nos apresenta, e ainda a facilidade com que o material, neste formato mutante hospedado na rede, privilegia a multiplicidade, no sentido rizomático apontado por Deleuze e Guattari, mas também na direção que nos aponta Edgar Morin com o paradigma da complexidade, (PERNIGOTTI, 2003). Um exemplo de hipertexto é ilustrado na figura 3.

As aulas que se desenvolvem na forma de videoconferência são gravadas e posteriormente disponibilizadas aos estudantes na forma de CD-ROM. A aula utiliza recursos como power point e filmes de experiências além da câmera de documentos onde pode se apresentar tabelas, ilustrações e a resolução passo a passo de exercícios.

O uso de animações, de figuras, de textos interconectados em hipertextos utilizados como agente no processo de aprendizagem em meio às videoconferências e às intervenções que se utilizam das ferramentas de comunicação como Chat e fórum, ampliaram em multiplicidade o ambiente de aprendizagem constituído.



Figura 3. Exemplo de Hipertexto

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção deste ambiente de aprendizagem fortemente apoiado no uso das tecnologias, não se desvincula de procedimentos já tradicionais em educação no que se refere à produção efetiva da aprendizagem, ou seja, não é a tecnologia por si só que garantirá um ambiente rico

e instigante e desta forma propício ao aprender. O comprometimento dos diversos agentes no processo é determinante neste tipo de ambiente e mesmo com toda a tecnologia, um número considerável de recursos humanos é envolvido (MEDEIROS et al., 2003).

Pode-se afirmar que um dos desafios a que o paradigma de EAD nos coloca é a processualização do virtual. Acima de tudo, busca-se garantir que esse processo constitua a entrada numa cultura virtual e que seja, pela própria natureza flexível e instigante, aberto a contínuas transformações que se abrem e se amplia no fazer da Educação a Distância. (DELEUZE E GUATTARI, 1995, 1997; ALLIEZ, 1994).

O ambiente virtual construído para a disciplina de Transmissão de Calor aqui apresentado procurou dar conta de uma demanda que se coloca hoje de forma imperiosa e desafiadora a todo aquele que se coloca como professor, qual seja a necessidade de dar conta de um público extremamente afeto ao uso das redes de comunicação. As novas gerações são extremamente autônomas e posições de um receptor passivo da informação viola sua natureza (SILVA, 2000).

## REFERÊNCIAS

ALLIEZ, Eric. **A assinatura do mundo. O que é a filosofia de Deleuze e Guattari.** Rio de Janeiro: Ed. 34, 1994.

DELEUZE, Gilles e GUATTARI, Félix. **O que é filosofia.** Rio de Janeiro: Ed 34, 1995.

DELEUZE, Gilles; GUATTARI, Félix. **Mil platôs.** Volume 4. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1997.

HABERMAS, Jürgen. **Pensamento pós-metafísico: estudos filosóficos.** Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1990.

MEDEIROS, Marilú F. de; VARGAS, Rubem M. F.; MEDEIROS, Gilberto M. de; FILHO, José N.; BEILER, Adriana; ANDRADE, Adja F. de; COLLS, Anamaria L.; FRANCIOSI, Beatriz R. T.; DESAULNIERS, Julieta; PERNIGOTTI, Joyce M.; HERRLEIN, Maria B.P.; WAGNER, Paulo R. PUCRS Virtual: uma modalidade de aprendizagem a distância no curso de graduação em engenharia química com ênfase em operação petroquímica. In: XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2001, Porto Alegre. Anais do Congresso, 2001.

MEDEIROS, M. F. et al.,. PUCRS VIRTUAL: Concretizando um Paradigma para a Educação a Distância na Realidade Brasileira. **Colabor@ - Revista Digital da CVA-RICESU**, v.1, n.1, p 18-26, agosto 2001.a.

MEDEIROS, G. M.; MEDEIROS, M. F. **PUCRS' Brazilian Topology in DE: technological support in its learning environment.** In: 20th ICDE World conference, Düsseldorf, april, 2001.

MEDEIROS, M. F. de; MEDEIROS, G. M. de; PERNIGOTTI, J. M.; VARGAS, R. M. F.; COLLA, A. L.; HERRLEIN, M. B. P.; FRANCIOSI, B. R. T. Virtual Learning Environments: The Challenge of New Outlines in the Creative Production of Knowledge, em Martín Lamas-Nistal, Manuel J. Fernandez-Iglesias and Luis E. Anido-Rifon (Orgs.) **Computers and Education-Towards a Lifelong Learning Society**, Dordrecht, Kluwer Ed., 2003.

PERNIGOTTI, J.M. O Hipertexto: uma máquina de guerra na aprendizagem **Educação a Distância: cartografias pulsantes em movimento**, Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

VARGAS, R.M.F., PERNIGOTTI, J. E MEDEIROS M.F. Curso de Engenharia Química a distância:Um corpo sem órgãos? **Educação a Distância: cartografias pulsantes em movimento**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

WAGNER, P; R.; HERRLEIN, M. B. ; MEDEIROS, M. F. Perspectivas no uso de uma Ferramenta Gerenciadora de Ambientes de Aprendizagem em EAD. **Educação a Distância: cartografias pulsantes em movimento**, Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

SILVA, M. **Sala de Aula Inetrativa**, Rio de Janeiro, Quartet Editora & Comunicação Ltda., 2000.

## **A VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT OF HEAT TRANSFER FOR AN UNDERGRADUATE COURSE IN CHEMICAL ENGINEERING**

***Abstract:** This work presents and argues the stages of construction's project of a virtual environment of learning in Heat Transfer, discipline that it integrates the curricula of chemical engineering in the Pontifical University Catholic of the Rio Grande do Sul (PUCRS). The considered environment searches to privilege the interactivity, cooperation and autonomy of the students. Anchored in a platform that makes use of the manager software, Web-CT, and video conference, hypertexts, virtual laboratories, forum and chats are created. These activities are programmed in order to mix with the traditional activities in the graduation course. In this way, we intend to make use of a richer environment of possibilities, which stimulates the interest of the student come to promoting significant learning processes.*

***Key-Words:** Virtual Learning Environment, Heat Transfer*