

Educação a Distância aplicada à disciplina de Cálculo
Diferencial e Integral I na graduação de Ciência da
Computação.

05/2005

146-TC-C3

Alexandre Campos Silva

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
alesilva@pucsp.br

Marcio Jorge dos Santos

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
marcio@pucsp.br

Marco Aurélio Bianchini

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
Marco.bianchini@terra.com.br

Rogério Massaro Suriani

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
rmsuriani@uol.com.br

C - Métodos e Tecnologias.

3 - Educação Universitária.

A - Relatório de pesquisa.

Resumo:

O objetivo do trabalho é apresentar os resultados de uma experiência de uso de ambientes virtuais de colaboração e aprendizagem como apoio ao presencial na disciplina de Cálculo Integral e Diferencial I da graduação de Ciência da Computação. O trabalho visa investigar :- As condições de infraestrutura tecnológica e de suporte de pessoal capacitado para o desenvolvimento de conteúdo on line.- O tipo de atividades que podem ser oferecidas num ambiente virtual para favorecer o aprendizado de conceitos de cálculo. - A relação do professor da disciplina com a equipe de elaboração da solução de Educação a Distância.

Para que fosse possível identificar um formato adequado de apresentação deste conteúdo, foram estudadas várias atividades que se utilizam de teorias de aprendizagem diferentes. Algumas mais repetitivas e solitárias outras mais construtivistas e coletivas.

PALAVRAS-CHAVE: Conteúdo, Aprendizagem, Matemática, Universidade

I. Objetivo do trabalho

O objetivo do trabalho é apresentar os resultados de uma experiência de uso de ambientes virtuais de colaboração e aprendizagem como apoio ao presencial na disciplina de Cálculo Integral e Diferencial I da graduação de Ciência da Computação.

II. Objeto da pesquisa

O trabalho visa investigar :

- As condições de infra-estrutura tecnológica e de suporte de pessoal capacitado para o desenvolvimento de conteúdo on line.
- O tipo de atividades que podem ser oferecidas num ambiente virtual para favorecer o aprendizado de conceitos de cálculo.
- A relação do professor da disciplina com a equipe de elaboração da solução de Educação a Distância.

III. Justificativa e procedimento metodológico

A partir da análise de desempenho dos alunos do primeiro ano do curso de Cálculo Diferencial e Integral I do ano de 2004, foi constatado pelos professores do Departamento de Matemática que alguns desses alunos não possuíam as bases necessárias para um bom acompanhamento deste curso.

Acreditavam os professores, que esta deficiência provém, principalmente, do não cumprimento, por parte das escolas, dos currículos mínimos exigidos para os alunos do Ensino Médio.

Buscando reduzir as dificuldades encontradas por estes alunos no acompanhamento da disciplina de Cálculo, a proposta foi disponibilizar em uma plataforma web alguns conteúdos da disciplina, para servir de apoio às aulas presenciais, em um formato que fornecesse subsídios para que os alunos pudessem rever conteúdos apresentados em aulas, estudar, tirar dúvidas, resolver exercícios complementares de fixação de conceitos e, pudessem interagir e formar grupos de estudos dos tópicos mais complexos.

Foi levantado pelos professores que aproximadamente 80% dos alunos possuíam dificuldades concentradas nos mesmos 20% do conteúdo apresentado, sinalizando que os pontos de dificuldade seriam os mais indicados para serem trabalhados em um suporte aos cursos presenciais.

Para que fosse possível identificar um formato adequado de apresentação deste conteúdo, foram estudadas várias atividades que se utilizam de teorias de aprendizagem diferentes. Algumas mais repetitivas e solitárias outras mais construtivistas e coletivas.

Não podemos nos esquecer que se trata de um material de suporte ao presencial e, portanto, deve complementar atividades desenvolvidas pelo professor presencialmente, seja no formato de aulas tradicionais, atividades em grupo ou revisão do conteúdo.

Com o conteúdo previamente definido e sabendo quais os tópicos que geram maiores dificuldades entre os alunos, já possuíamos claramente os pontos que deviam ser trabalhados no material suplementar a distância.

A infra estrutura tecnológica deveria ser analisada com cuidado. Era preciso termos não apenas hardware e software, mas também uma equipe preparada e disponível na instituição. Isso implicaria em professores preparados e treinados para atuar no ambiente disponível (Teleduc), capacitados para seleção adequada das mídias e atividades a serem desenvolvidas e com equipe de produção que interpretasse o desejo dos docentes convertendo para diferentes mídias as propostas apresentadas.

Nesta fase emergia a maior dificuldade dos professores: selecionar o modo e o formato que deve ser apresentado o conteúdo ao aluno, ou proposta uma atividade. Esta é a etapa desenvolvida pelo designer instrucional. Resolvemos nos deter nesta etapa, estudando as atividades e os procedimentos desenvolvidos por este profissional, realizando propostas diferentes para serem experimentadas pelos alunos, e avaliando os resultados obtidos.

Neste trabalho fica claro que concentramos as atividades do designer instrucional em três grandes grupos de atividade:

- Extração de dados do conteudista;
- Escolha e adequação das mídias;
- Experimentação com os alunos;

IV. Fases do projeto

Baseado na teoria de gerenciamento de projetos, nos parágrafos que seguem apresentaremos as fases de desenvolvimento e implementação das atividades instrucionais elaboradas para o projeto do curso de cálculo.

FASE 1 - PLANEJAMENTO DA ESTRUTURA GERAL DO PROJETO.

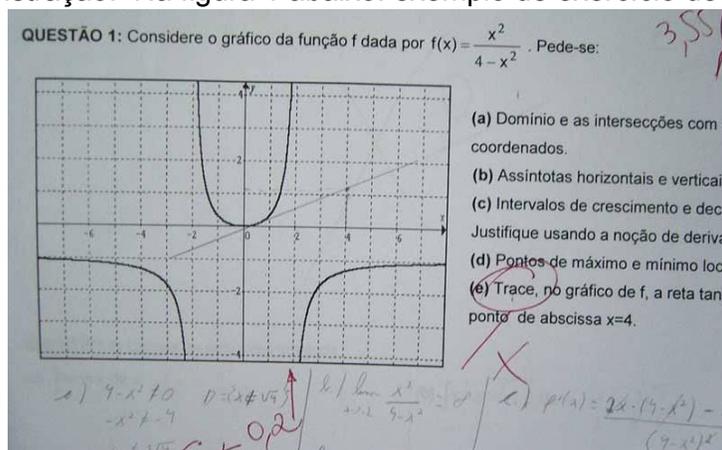
Nesta primeira fase do projeto buscamos detalhar os objetivos gerais do projeto, prazos e recursos; analisamos equipamentos, ferramentas a serem utilizados e componentes da equipe de desenvolvimento do produto; definimos responsabilidades de cada membro da equipe bem como do cliente e dos especialistas/conteudistas fornecidos pelo cliente.

FASE 2 - PLANEJAMENTO CURRICULAR: A FORMA DO PRODUTO.

Nesta etapa realizamos um trabalho de pesquisa e consulta a especialistas do conteúdo e clientes para definir com maior clareza quais os objetivos específicos de ensino/aprendizagem que seriam alcançados pela clientela prevista; conteúdos que seriam incluídos; tópicos específicos ordenados em ordem de prioridade e com definição do grau de detalhamento requerido de cada tópico; perfil psicológico/educacional da clientela prevista.

Levantamos que aproximadamente 20% dos tópicos cobertos pela disciplina de cálculo são responsáveis por grande parte das dificuldades dos alunos (da ordem de 80%). Isso se deve, segundo os professores, por falta de pré-requisitos que deveriam ter sido abordados no ensino médio.

Selecionamos então, o tópico da reta tangente devido este assunto estar na relação dos itens importantes do conteúdo que apresentam certa dificuldade de aprendizado, e que permite a utilização de recursos gráficos para demonstração. Na figura 1 abaixo: exemplo de exercício de um aluno.



Além disso, este tópico trata uma questão conceitual que permite a utilização de recurso gráfico para executar um protótipo para selecionar diferentes tipos de mídia de forma abrangente, e com isso conseguir avaliar quais as abordagens pedagógicas preferidas pelos alunos.

FASE 3 - PLANEJAMENTO INSTRUCIONAL.

Neste item analisamos os aspectos psicológico/pedagógico do plano curricular; escolha de métodos de apresentação, prática e avaliação para cada tópico incluído no conteúdo; escolha de exemplos e maneiras de explicação de determinados tópicos apropriados para as características da clientela prevista; análise e seleção de materiais existentes (texto, softwares, fotos, etc.) para eventual inclusão no produto; identificação das necessidades específicas de material textual/visual ainda não existente que seria necessário desenvolver como parte do projeto. Inclui também o desenvolvimento da estrutura detalhada do produto, identificando cada seqüência de apresentações, exercícios de prática/fixação, interligações entre tópicos.

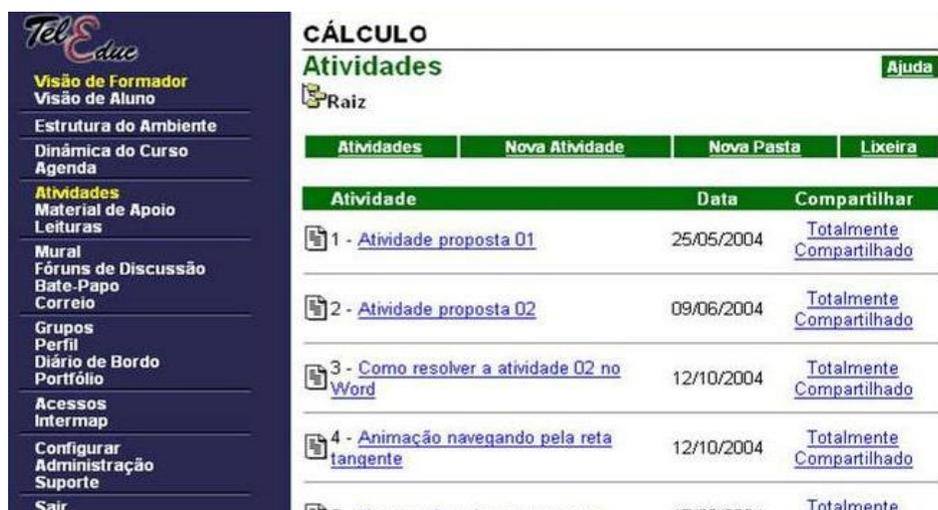
FASE 4 - DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DOS COMPONENTES.

A partir dos planos instrucionais desenvolvidos na fase anterior e aprovados pelo conteudista, trabalhamos para desenvolver e selecionar trechos/exemplos específicos de material existente, esboçar desenhos, gráficos e todos os outros componentes de comunicação visual previstos nos planos instrucionais. Elaborar e produzir todos os componentes de arte gráfica, trechos de texto (textos especialmente elaborados para incorporação no produto final, ou textos existentes, seguindo as orientações do plano instrucional, e do conteudista, etc.).

Durante esta fase do trabalho desenvolvemos três atividades com a utilização de recursos pedagógicos diferentes:

1. O primeiro foi a disponibilização pelo professor de exercício no ambiente virtual, para que o aluno efetuasse o download e resolvesse o exercício. Isso pode ser feito tanto em um editor de textos, como também pode ser impresso e solucionado graficamente no papel. A entrega do exercício pode ser feita presencialmente ou através de upload para o portfólio individual no ambiente virtual, conforme o professor julgasse adequado para fornecer

feedback para acompanhamento. Figura 2 abaixo: tela do ambiente.



CÁLCULO

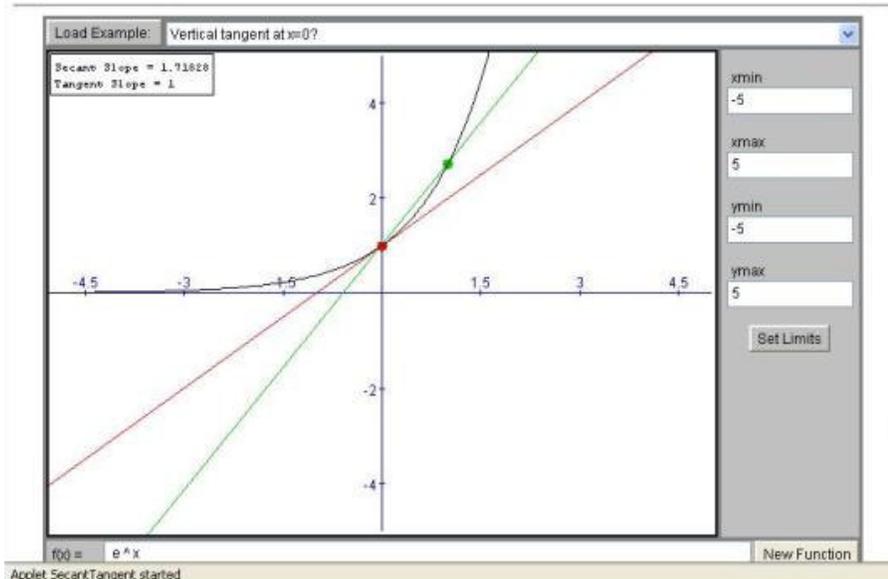
Atividades Ajuda

Raiz

Atividades	Nova Atividade	Nova Pasta	Lixeira
Atividade	Data	Compartilhar	
1 - Atividade proposta 01	25/05/2004	Totalmente Compartilhado	
2 - Atividade proposta 02	09/06/2004	Totalmente Compartilhado	
3 - Como resolver a atividade 02 no Word	12/10/2004	Totalmente Compartilhado	
4 - Animação navegando pela reta tangente	12/10/2004	Totalmente Compartilhado	
5 - Atividade de teste de tangente	12/10/2004	Totalmente Compartilhado	

2. O segundo recurso pedagógico utilizado baseou-se em softwares que de acordo com a função fornecida pelo aluno desenham e apresentam a solução graficamente. Um dos softwares utilizados foi o AllPlot, software desenvolvido por uma equipe de Iniciação Científica, composta de alunos do Curso de Ciência da Computação. Neste software o aluno digita a função que deseja analisar e solicita ao software que trace a reta tangente em um ponto da função fornecida. A grande vantagem na utilização deste software é a possibilidade de interação, pois o aluno pode arrastar com o mouse o ponto de tangência, e acompanhar visualmente como a reta tangente se comporta para cada caso. Para utilizar o AllPlot é necessário executar o download do software e instalá-lo no computador. Devido a essa necessidade de efetuar o download, apesar do AllPlot possuir tamanho reduzido, encontramos uma solução totalmente virtual através da utilização de programas applets java. Deste modo, com a utilização de apenas um browser para acesso a internet foi possível ter as simulações gráficas acessíveis de qualquer máquina. O processo de interação do aluno com o applet java é semelhante aos recursos disponíveis no software AllPlot, conforme figura 3 abaixo.

Applet de Reta Tangente e Secante



3. Outra abordagem pedagógica utilizou recursos de vídeo, que reproduz a teoria apresentada pela prof.^a dr.^a Bárbara Lutaif Bianchini, dando a solução de vários exercícios em sala de aula e também a proposição de exercícios. Neste formato o material permitiu revisões de conteúdo e esclarecimento de dúvidas na solução de exercícios. Foi possível assistir aos vídeos via internet, através do recurso de streaming mídia. Os vídeos também ficaram disponíveis para download, permitindo que o aluno fizesse o download e assistisse quantas vezes fossem necessárias para sua aprendizagem em seu computador.

FASE 5 - AVALIAÇÃO E MELHORIA DOS COMPONENTES.

Nesta fase verificamos a eficácia das idéias visuais e outras empregadas para comunicar o conteúdo, o grau de compreensão dos textos utilizados, e a reação afetiva da clientela prevista com relação aos materiais utilizados. Verificamos também a qualidade técnica dos desenhos, gráficos, etc. Identificamos a necessidade de submeter determinados componentes ao processo de revisão e melhoria, e depois a mais uma verificação de qualidade, até chegar aos padrões desejados.

Passamos por várias análises técnicas que permitiam maiores compressões de vídeo sem o comprometimento da qualidade, melhoramos a interface do LMS utilizado (teleduc), entre outros fatores que julgamos que permitisse maior atratividade ao conteúdo e motivação por parte dos alunos.

FASE 6 - AVALIAÇÃO E MELHORIA DA SOLUÇÃO

No final da elaboração de todas as atividades do protótipo, contamos com o apoio da professora conteudista, que motivou os alunos a visitarem o ambiente virtual, navegar por ele e executar as diferentes atividades.

Foi elaborado ainda um questionário disponibilizado virtualmente dentro do ambiente, onde procuramos captar qual o formato de atividade mais interessante para os alunos e mais adequado para ser utilizado pelo professor, buscando uma avaliação e melhoria do produto.

FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DO CURSO

De onde você mais acessou o ambiente?

- de casa
- do trabalho
- da faculdade

O que você achou da interface do ambiente?

- muito boa
- boa
- razoável
- ruim

Sobre o assunto apresentado

- conhecia muito
- conhecia
- conhecia pouco

não conhecia nada

Antes de acessar o ambiente você havia entendido os conceitos apresentados em sala de aula?

não

sim

Quando acessou o ambiente você tinha dúvidas sobre o assunto?

muita

alguma

nenhuma

O material (as atividades) do Teleduc foram suficientes para dirimir suas dúvidas (ou ajudaram)?

não

sim

Você reparou que existiam abordagens diferentes para apresentar o mesmo assunto?

não

sim

Quais das abordagens você achou mais interessante?

entrega em formato Word

simulação (AllPlot e applet java)

video

O que você mais gostou no curso?

O que você menos gostou no curso?

Como você gostaria que fossem as atividades?

Deixe seus comentários e sugestões

Enviar

Limpar

Esta fase de avaliação pretendeu identificar e sanar quaisquer erros ou omissões que não foram previamente identificados, além de identificar estatisticamente qual o recurso preferido pelos alunos para facilitar a compreensão do conteúdo.

Analisando os três tipos de abordagens separadamente não nos foi possível perceber todo o potencial que cada uma delas representou. Na

verdade necessário se faz uma análise das três abordagens conjuntamente, pois conforme Frederic M. Lito (1997) “As novas tecnologias de comunicação nos permitem individualizar a aprendizagem, deixando cada aluno navegar sobre vastos repositórios de informação textual, imagética e sonora, isolando os assuntos que lhe agradam, aprofundando-se nas categorias de informação que se afinam com o seu "saber" individual de aprendizagem”. Isso vai de encontro com os conceitos abordados por Howard Gardner (2000) quando ele trata da questão das múltiplas inteligências, notadamente quando ele defende que os aprendizes são diferentes uns dos outros, e que cada aprendiz tem uma forma particular para entender um mesmo assunto. Daí temos que modificar nossas estratégias educacionais, pois “a escolha do modo de apresentação pode significar, em muitos casos, a diferença entre uma experiência educacional bem-sucedida e uma mal-sucedida”. É justamente isso que pretendemos ao utilizar estas diferentes abordagens, pois o leque de possibilidades oferecidas contribui para o enriquecimento do aprendizado do aluno.

Apresentamos abaixo os resultados percentuais do questionário respondido pelos alunos (dos 29 que acessaram o ambiente, 11 responderam ao questionário)

Local de acesso - 64% de casa - 27% do trabalho - 9% na faculdade	Opinião sobre a interface do ambiente - 0% muito boa - 73% boa - 9% razoável - 18% ruim
Conhecimento sobre o assunto - 0% muito - 55% conhecia - 45% conhecia pouco - 0% não conhecia nada	Antes de acessar o ambiente, havia entendido os conceitos em sala de aula? - 36% não - 64% sim
Ao acessar o ambiente tinha dúvidas sobre o assunto? - 9% muita - 82% alguma - 9% nenhuma	O material apresentado no ambiente foi suficiente para dirimir suas dúvidas? - 18% não - 82% sim
Reparou que existiam abordagens diferentes para apresentar o mesmo assunto? - 27% não - 73% sim	Quais das abordagens achou mais interessante? - 9% tradicional - 27% simulação - 64% video

V. Conclusões

Analisando tecnicamente concluímos que os aspectos de infra-estrutura tecnológica podem ser determinantes no desenvolvimento de um curso virtual. Entenda por infra-estrutura todas as necessidades físicas e tecnológicas para a existência do curso. Podemos incluir aí a capacidade dos servidores disponíveis e os links de acesso aos servidores, que determinam o volume de alunos conectados simultaneamente. A velocidade de conexão dos

alunos e o tipo de equipamentos que cada aluno possui determina o tamanho dos arquivos e recursos que podem ser adotados na solução online.

Além dos aspectos de hardware, não podemos deixar de observar os softwares envolvidos. Desde a compatibilidade de browsers de navegação na internet, plug-ins e codecs disponíveis e compatíveis, passando por fóruns, chats, espaços de armazenamento e e-mails disponíveis nos sistemas de gerenciamento (LMS), até os softwares específicos como os que utilizamos na visualização de funções matemáticas, como o AllPlot e os applets java. As opções são muito amplas e tentadoras para quem se identifica com tecnologia, mas a finalidade e os objetivos devem prevalecer, adotando ferramentas que possibilitem encurtar o caminho para atingir os objetivos educacionais.

Ainda pensando nos aspectos tecnológicos, devemos considerar as habilidades e capacidades da equipe de produção e suporte. No nosso grupo o trabalho de produção das atividades se prolongou demasiadamente em função da falta de intimidade com a captação e edição de vídeos e foram necessárias diversas gravações para se atingir algo razoável dentro da nossa proposta e das nossas expectativas. Tínhamos consciência de onde pretendíamos chegar, mas as limitações frente às necessidades de produção impostas dificultaram o trabalho.

Observando agora os aspectos educacionais podemos começar citando os desafios de migração dos professores habituados às salas de aulas presenciais para as salas de aulas virtuais. Trata-se de um problema cultural, difícil de ser modificado rapidamente, em função da trajetória de aprendizado e da vivência profissional do professor ter ocorrido no modelo tradicional. O professor pode ser resistente às interações virtuais, ao desenvolvimento de atividades assíncronas no tempo e no espaço, não sabe como avaliar sem ser através de modelos tradicionais, questiona a conduta de ser “apenas” condutor do processo de aprendizagem do aluno e não o “transmissor” do conhecimento entre outros pontos. Isso envolve inclusive aspectos de remuneração não adequados para as atividades extra classe.

Considerando ainda que o professor tenha interesse em utilizar-se destas novas tecnologias da comunicação e informação, falta orientação adequada de como integrar o conteúdo presencial e a distância de forma adequada e com isso o professor tem uma tendência natural de desviar-se para uma zona de conforto que é totalmente baseada no modelo tradicional. Para citar um exemplo, o professor geralmente inclui em sua avaliação uma nota para quem participa das atividades a distância, onde acaba considerando apenas o cumprimento da tarefa de participar de um fórum, chat, ou outra atividade, e não realmente analisando como foi a evolução do aprendizado proposto e como o aluno progrediu do nível que estava ao iniciar o curso.

No caso do nosso curso outra dificuldade que pode ser apontada é o cumprimento dos prazos planejados com a execução em função dos pontos apontados acima. Estávamos desenvolvendo o curso simultaneamente ao conteúdo presencial apresentado pela professora e isso não foi adequado. Em alguns momentos nossa produção estava à frente devido a feriados, viagens e outras interrupções do curso presencial, mas em outros momentos nós ficávamos atrasados pois a produção era comprometida por imprevistos ou desconhecimentos da nossa parte, e aí necessitávamos pesquisar soluções. Acreditamos que seja inadequado fazer este tipo de desenvolvimento em paralelo se pretendemos utilizá-lo para testes no próprio curso presencial.

Apesar de todos os apontamentos de dificuldades, problemas técnicos e de recursos humanos, conseguimos produzir várias atividades, com diferentes abordagens pedagógicas e disponibilizá-las para análise pelos alunos. Os professores envolvidos com o curso de cálculo ficaram satisfeitos com as possibilidades e com os resultados alcançados.

Analisando os resultados das respostas dos alunos ao formulário de avaliação do curso, podemos observar que:

- Para os 91% de alunos que tinham muita ou alguma dúvida sobre o assunto, 82% responderam que o conteúdo disponibilizado no ambiente foi suficiente para esclarecer suas dúvidas. Temos aí a comprovação que para a maioria dos alunos a solução com Educação a Distância favoreceu a aprendizagem dos mesmos.
- Das três abordagens utilizadas nas atividades on line, detectamos a preferência de 64% dos alunos pela solução que utilizava recursos de vídeo. 27% preferiu a abordagem onde utilizávamos software de simulação e 9% preferiu a abordagem que utilizava os meios eletrônicos apenas para download das atividades e envio de respostas. Concluimos que no desenvolvimento de outros temas relacionados à disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, utilizaremos os recursos de simulação e vídeo.

VI. Bibliografia

- DERESHIWKY, M., 'A' is for Assessment: Identifying Online Assessment Practices and Perceptions, Ed at a Distance Magazine and Ed Journal, Vol. 15, No.1, 2001. Disponível em: http://www.usdla.org/html/journal/Jan01_Issue/article02.html). Acessado em 20 abr 2004.
- FILATRO, Andréa Design instrucional contextualizado: educação e tecnologia. São Paulo: Editora Senac, 2004.
- GARDNER, Howard. Inteligências múltiplas: a teoria na prática. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- GOSCIOLA, Vicente Roteiro para as novas mídias: do game à tv interativa. São Paulo: Editora Senac, 2003.
- Illinois Online Network. Student Assessment in Online Courses. Disponível em: <http://www.ion.illinois.edu/IONresources/assessment/>. Acessado em 20 abr 2004.
- LITTO, Frederic M. Um Modelo para Prioridades Educacionais numa Sociedade de Informação. Revista Pátio Pedagógica, Porto Alegre, n3, nov.1997/jan.1998. 1997. Disponível em: <http://www.bibvirt.futuro.usp.br/textos/humanas/educacao/patio/patio3.html> Acessado em 01 nov 2004.
- PALLOF & PRATT, "Building Learning Communities", Jossey-Bass. 1999.
- SILVA, Marco Sala de aula interativa. Rio de Janeiro: Quartet, 3ed, 2002.