



**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

## **AMBIENTES VIRTUAIS: ESPAÇOS ON-LINE DE APOIO À APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA PARA ENGENHARIA**

**Eliana M. do S. Soares** – [emsoares@ucs.br](mailto:emsoares@ucs.br)

Universidade de Caxias do Sul, Departamento de Matemática e Estatística

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130

95070-560 – Caxias do Sul – Rio Grande do Sul

**Isolda G. de Lima** – [iglima@ucs.br](mailto:iglima@ucs.br)

**Laurete Z. Sauer** – [lzsauer@ucs.br](mailto:lzsauer@ucs.br)

**Resumo:** *A utilização da tecnologia tem dado mostras de poder proporcionar mudanças de paradigma em educação. O uso de softwares e de ferramentas de interação pode auxiliar na construção de conhecimentos matemáticos, quando integra ambientes virtuais como apoio ao desenvolvimento de estudos nos cursos de Engenharia. Neste trabalho apresentamos algumas considerações sobre a inclusão de recursos tecnológicos para promover melhores condições de aprendizagem em disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral do Departamento de Matemática e Estatística da Universidade de Caxias do Sul. O ambiente que implementamos agrega um conjunto de ferramentas e de cenários, que permitem a comunicação entre os sujeitos e a realização colaborativa ou cooperativa de tarefas de aprendizagem. Diferentes espaços são organizados de modo a disponibilizar informações relativas aos programas e às propostas pedagógicas das disciplinas, orientações de estudo e agenda de atividades, sugestões de bibliografia e links que conduzem a sites relacionados aos tópicos de estudo, além de material de apoio e de recursos de comunicação. A construção do ambiente tem como base concepções construtivistas e sócio-interacionistas de aprendizagem e, para sua permanente atualização, temos considerado a análise das interações que emergem durante o desenvolvimento das disciplinas num fórum de discussões sobre temas relacionados à construção de conceitos matemáticos e à resolução de problemas de aplicação.*

*Alguns resultados de nossos estudos indicam que o ambiente e as estratégias utilizadas têm potencial para auxiliar o estudante, no desenvolvimento da autonomia e do aprender a aprender, e o professor a atuar em constante reflexão sobre seu fazer pedagógico.*

**Palavras-Chave:** *Ambiente virtual de aprendizagem matemática, Matemática para Engenharia, Interação e aprendizagem, Autonomia, Aprender a aprender.*

## 1. ENSINAR E APRENDER E RECURSOS TECNOLÓGICOS DE APOIO À APRENDIZAGEM

As dificuldades de aprendizagem em Matemática, refletida por altos índices de reprovações em disciplinas dessa área, além das dificuldades apontadas por engenheiros em lidar com os conceitos matemáticos na vida profissional indicam a necessidade de examinar questões relacionadas ao tema “ensino-aprendizagem de Matemática para Engenharia”. (SAUER; SOARES, 2004). Dentre as habilidades e competências requeridas para profissionais da Engenharia, SOARES (1997) destaca: desenvolver raciocínio lógico e matemático, ler e interpretar desenhos e gráficos, ler e compreender a linguagem matemática, sintetizar informações, equacionar e solucionar problemas, propor processos alternativos para resolução de problemas, além de expressar-se de forma clara e organizada.

A educação, neste cenário, deve impulsionar transformações que colaborem para a formação de indivíduos criativos e empreendedores, capazes de atuar em seu meio, despertando-os para uma consciência global e sistêmica.

Diante dessas considerações, entendemos que as disciplinas básicas dos cursos de Engenharia precisam ser organizadas com o propósito de capacitar os aprendizes no desenvolvimento do raciocínio dedutivo e a relacionarem conceitos matemáticos com situações reais. Esta ligação entre o universo dos conceitos matemáticos e o mundo das relações dos objetos físicos entre si talvez contemple o que seria a competência, no âmbito da Matemática, mais importante na formação do engenheiro, para que ele seja capaz de aplicar conceitos matemáticos no seu ambiente de atuação.

Ainda conforme SOARES (1997), “o núcleo do ensino de Matemática” para engenheiros deve ser deslocado da ênfase de ensinar apenas por meio de regras, técnicas e procedimentos, para o “uso” dos conceitos matemáticos nas relações com o meio. Para isso, os professores de Matemática precisam aceitar o desafio de construir estratégias de aprendizagem que desenvolvam comportamentos matemáticos e também aceitar um desafio ainda maior: o de estudar e de aprender a usar, no sentido de transformar informações em conduta, conhecimentos novos que os habilitem a transitar por outros âmbitos que não apenas os da linguagem e processamentos da Matemática.

De outra parte, temos constatado que este início de século está sendo marcado por mudanças e transformações, em que as tecnologias de comunicação e informação permeiam cada vez mais todas as atividades humanas.

A utilização da tecnologia tem dado mostras de poder proporcionar mudanças de paradigma em educação. Em trabalhos como o de MAÇADA, MORELATTI, SCHLEMMER, VALENTINI, SAUER e LIMA, apud LIMA (2004), podemos encontrar sugestões de utilização da tecnologia que promovem a cultura da aprendizagem, onde o objetivo central é a construção do conhecimento e o desenvolvimento da capacidade de criar e de pensar. Para isso, é preciso que estejamos atentos, no sentido de utilizar os recursos da tecnologia numa perspectiva de desenvolvimento do conhecimento profissional por parte dos futuros engenheiros, a fim de que reconheçam benefícios em termos de aprendizagem.

Para VALENTE apud LIMA (2004), na interação com o computador, o aprendiz pode manipular conceitos, refletindo sobre o resultado de processamentos, o que pode gerar ações variadas: o estudante não modifica seu procedimento, porque o resultado está de acordo com suas idéias iniciais e, assim, o problema está resolvido; ou depura seu procedimento, quando o resultado apresentado difere do que esperava. Nesse caso a depuração pode ser sobre a linguagem do *software*, sobre o conceito envolvido no problema ou ainda sobre estratégias de resolução de problemas.

Nesse sentido, o computador pode ser entendido como um colaborador, por permitir tratar de problemas variados que envolvem diferentes níveis de complexidade algébrica, além

de tornar possível a utilização concomitante de várias formas de abordagem, como a verbal, a numérica, a simbólica e a geométrica.

Além disso, sem um computador ou uma calculadora, a análise da resolução de um problema pode ficar prejudicada pela preocupação em efetuar, manualmente, cálculos excessivamente demorados e fortemente suscetíveis a erros. Sem nenhum tipo de recurso de processamentos, precisamos dedicar boa parte de uma aula para métodos de resolução, em detrimento da análise e aplicação do conceito que está sendo estudado. Porém, nos últimos anos têm surgido textos de Cálculo Diferencial e Integral como os do ANTON (2000), STEWART (2001) e THOMAS (2002) que mostram claramente uma tendência à utilização de recursos computacionais que permitem agilizar a obtenção de resultados numéricos, simbólicos e geométricos.

Ao fazer uso do computador ou de outro recurso, com o propósito de explorar idéias matemáticas, autores como DUBINSKY e SCHWINGENDORF (apud MURPHY, 2005), reconhecem, como também nós podemos constatar, que pode haver uma mudança no ambiente da sala de aula centrada no professor, onde predomina o discurso, para um laboratório centrado no estudante, onde é proporcionado a este formular e testar hipóteses e descobrir algumas verdades matemáticas por si próprio. É importante ressaltar, no contexto da aprendizagem, que a fase de exploração das idéias matemáticas deve ser seguida pela formalização dos conceitos, sem a qual o estudante não tem chance de sistematizar o que fez. Conforme GRAVINA e SANTAROSA (1999), o processo de aprendizagem deveria ser similar ao da pesquisa matemática, onde o conhecimento é construído a partir de um trabalho de muita investigação e exploração, que culmina com o *coroamento* da formalização, que consiste na escrita formal e organizada dos resultados obtidos.

Dessa forma, o computador pode ser considerado como um meio de aprender fazendo, pensando e argumentando, numa proposta pedagógica cuja metodologia é organizada de forma a auxiliar os estudantes a pensar sobre o que fazem, como fazem e por que fazem. Considerando, como PIAGET (1977), que a aprendizagem ocorre por movimentos de desequilíbrio, reflexão, assimilação, reequilíbrio e construções cognitivas, um ambiente rico para desenvolver aprendizagem precisa estimular o desequilíbrio, a investigação, a tomada de consciência, a reflexão sobre o que é feito e sobre os resultados obtidos.

A partir dessas considerações, a concepção de ambientes que possibilitem a aprendizagem, a construção de uma cultura informatizada e um saber cooperativo, onde a interação é privilegiada, é o pressuposto que norteia a construção e o contínuo aperfeiçoamento de ambientes virtuais de aprendizagem que temos utilizados como apoio às disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral para cursos de Engenharia.

## **2. AMBIENTES VIRTUAIS DE APOIO AO ENSINO E APRENDIZAGEM DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL**

O ambiente virtual de aprendizagem, disponível em [www.ucs.br/ccet/deme/calculo](http://www.ucs.br/ccet/deme/calculo), que passamos a descrever, está sendo construído e atualizado permanentemente. O mesmo é organizado com o propósito de, além de fornecer informações relacionadas aos temas de estudo de Cálculo Diferencial e Integral, acompanhar os estudantes com ações que visem ao desenvolvimento da autonomia, da colaboração e construção coletiva, da capacidade de lidar com problemas e com tecnologia e de tomar decisões com conhecimento e confiança. Fundamentamos a sua construção na epistemologia e pedagogia construtivista-interacionista, cuja concepção de aprendizagem está fortemente relacionada à interação do sujeito com o ambiente. Assim é que sua integração, como apoio às disciplinas, constitui-se num desafio cujo enfrentamento depende mais do redimensionamento dos papéis de professor e aluno do que dos recursos tecnológicos.

As atividades propostas para o desenvolvimento dos estudos, presencialmente ou a distância, visam à participação ativa do estudante em todos os momentos, seja através da sugestão de leituras relacionadas aos temas de estudo, seja por meio de momentos de (re)construção e sistematização dos conceitos. Nesses momentos são promovidas discussões sobre as idéias centrais relacionadas aos temas de estudo ou sobre questões significativas de aplicação dos conceitos abordados. Como uma forma de valorizar e incentivar a socialização das idéias, as interações e as colaborações, procuramos transformar erros em oportunidades de (re)construção de conceitos, visando auxiliar o estudante no desenvolvimento de habilidades como analisar e argumentar com clareza e com base nas teorias, defendendo seus pontos de vista, desenvolvendo idéias, lidando com informações e com tecnologia. Afinal, essas são habilidades necessárias para o mercado de trabalho no qual nossos alunos estão ou estarão inseridos, de forma a resolver problemas e a realizar transformações relacionadas à melhoria da qualidade de vida com a contribuição da ciência e da tecnologia. (LIMA; SAUER; SOARES, 2004).

Um texto de apresentação do ambiente (Figura 1) convida a todos os que estiverem dispostos a se envolver e que concordarem com os benefícios de seu envolvimento para a construção de aprendizagens de valor, conforme procuramos deixar claro, justificando que somente a ação motivada tem sentido, ou seja, aquela que o indivíduo sente como necessária, espontânea, que vem de dentro, a ação que emerge das perguntas, que provoca reflexões e desequilíbrios. A ação que é apenas do exterior, do outro, e que é apenas observada, mesmo que seja com atenção, não frutifica. O conhecimento nasce toda vez que o ser humano se apropria do seu pensar e do seu agir. No caso específico da Matemática, as ações são as expressões dos atos próprios do *fazer matemático* como experimentar, visualizar, interpretar, prever, induzir, generalizar, abstrair e demonstrar.

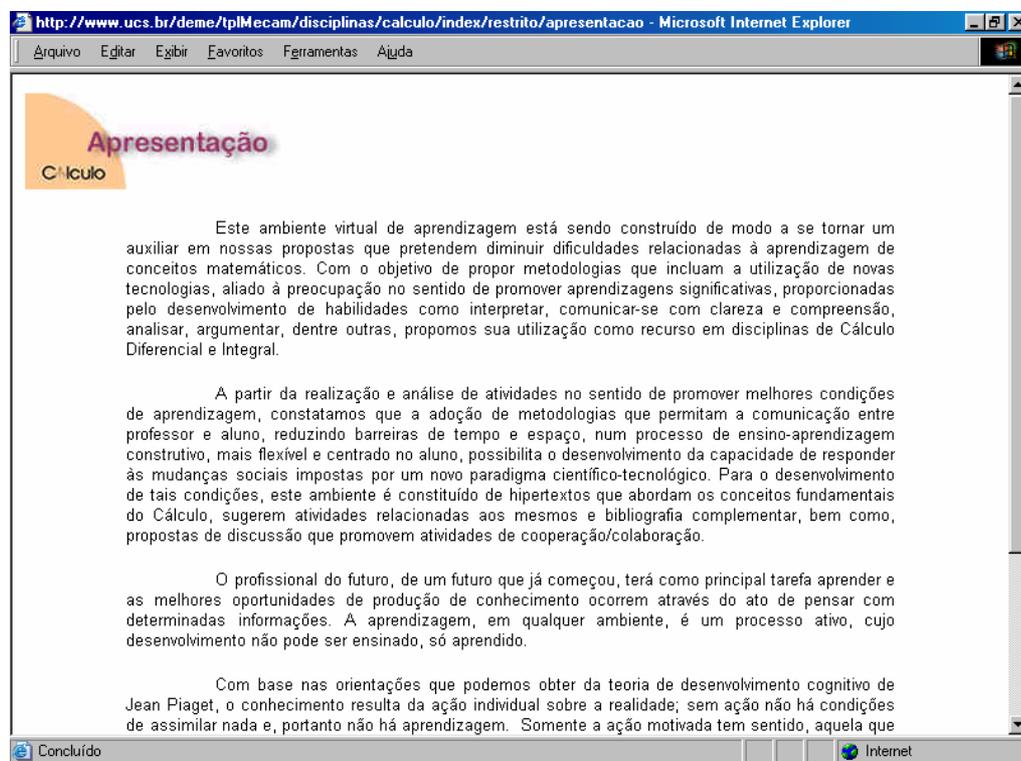


Figura 1: Apresentação do ambiente de apoio às disciplinas de Cálculo

O ambiente agrega um conjunto de ferramentas que permitem a comunicação e realização de tarefas e é organizado em espaços próprios para ações específicas, que denominamos contextos

de aprendizagem. Todos os recursos utilizados justificam-se por suas diferentes finalidades e integram os espaços de acordo com as necessidades detectadas ou confirmadas durante a realização das disciplinas.

Além dos espaços que contêm informações relativas aos programas e às propostas das disciplinas, há outros, destinados à organização das tarefas em agendas, às orientações para a realização das atividades propostas, às sugestões de bibliografia e *links* que conduzem a *sites* sobre assuntos relacionados aos estudos, além daqueles onde são disponibilizados materiais de apoio constituídos por *notas de aula* e auxílios para a utilização da tecnologia. Destacamos a seguir, os espaços do ambiente que consideramos como contextos de aprendizagem.

- *Discussões*: espaço onde ocorre a maior parte das construções e interações, propiciadas por uma ferramenta de fórum que permite a utilização de arquivos anexos, imprescindíveis, dada a impossibilidade de utilização da linguagem matemática em editores comumente encontrados. O fórum é destinado às discussões relacionadas aos temas de estudo. Tendo em vista que aprendizagem é, por excelência, construção e interação, destacamos que o verdadeiro diálogo instaura-se como possibilidade de coordenação de pontos de vista, sendo conduzido pelo interesse em compreender o outro, gerando relações de cooperação. Estas, por sua vez, estreitamente relacionadas ao processo de descentração, opõem-se, do ponto de vista intelectual, ao egocentrismo ou à centração e, no plano social, conduzem à solidariedade, liberdade e autonomia. Na Figura 2, temos a tela de um espaço de discussões, onde foram suprimidos os nomes dos responsáveis pelas mensagens iniciais.

assunto	autor	respostas	última mensagem
SEJAM BEM VINDOS	[redacted]	1	08/06/2003
Para refletir e responder	[redacted]	15	08/20/2003
Funções !	[redacted]	2	08/11/2003
Exercício 9	[redacted]	4	08/14/2003
A respeito da questão 11...	[redacted]	2	08/19/2003
Atividades - Scientific Notebook	[redacted]	12	08/25/2003
Sugestoes_T1	[redacted]	7	09/10/2003
Páginas 45 e 46.	[redacted]	4	08/25/2003
SEGUNDO TRABALHO	[redacted]	14	09/10/2003
SUGESTOES_T2	[redacted]	3	09/09/2003
ATENÇÃO MONITORIA	[redacted]	1	09/08/2003
Duvida_Pagina136	[redacted]	2	09/08/2003
Minhas dúvidas e Sugestões	[redacted]	3	09/09/2003
Duvidas_T2	[redacted]	2	09/09/2003
Exercício 4 do Trabalho 2	[redacted]	2	09/09/2003
Exercício 4 do trabalho 2	[redacted]	2	09/10/2003
Exercício 12 do trabalho 1	[redacted]	2	09/10/2003
Trabalho 2	[redacted]	2	09/10/2003
ORIENTAÇÕES - TRABALHO PRIMEIRA AVALIAÇÃO	[redacted]	8	10/06/2003
Pasta Virtual	[redacted]	6	10/04/2003
trabalho dia 11/10	[redacted]	2	10/11/2003
QUESTÕES - TRABALHO PRIMEIRA AVALIAÇÃO	[redacted]	1	10/15/2003
SEGUNDA AVALIAÇÃO PARCIAL	[redacted]	1	10/16/2003
AVALIAÇÃO DOS CURSOS	[redacted]	1	10/27/2003
Contribuições prova 2.	[redacted]	4	10/29/2003
Dúvidas_Prova2	[redacted]	7	10/29/2003
Exercício 4 do Material de Apoio	[redacted]	2	10/29/2003
Exercícios.	[redacted]	2	10/31/2003
Análise de funções	[redacted]	1	11/19/2003
Análise de funções - Atividade 1	[redacted]	7	12/03/2003

Figura 2: Espaço para discussões

As discussões, ainda que não se constituam sempre como atividades “obrigatórias”, permitem identificar dificuldades, melhorar a compreensão, esclarecer dúvidas e socializá-las, propiciando benefícios a todos os envolvidos, sempre que houver interesse. De acordo com PIAGET apud MONTANGERO E NAVILLE (1998), “[...] a princípio a atividade cognitiva está submetida à ação própria e ao ponto de vista imediato. Posteriormente ela se libera, de forma progressiva, de seus limites iniciais [...]”. Com efeito, tais discussões possibilitam o

desenvolvimento cognitivo e compete ao professor incentivar a participação de todos e valorizar todas as formas de contribuições, sejam estas questionamentos, conclusões, sugestões de aperfeiçoamento para questões próprias ou de colegas, a fim de considerá-las no processo de avaliação. A Figura 3 contém o recorte de uma discussão relacionada a uma atividade proposta em sala de aula, realizada em arquivo anexo e enviado ao fórum. Essa discussão foi possível com a utilização de um *software matemático* que possibilita a edição de textos, agregando processamentos algébricos, geométricos e numéricos, proporcionando a utilização da sintaxe matemática tal como é usualmente utilizada. As diferentes fontes, com variedade de cores e tamanhos, identificam intervenções de diferentes autores.

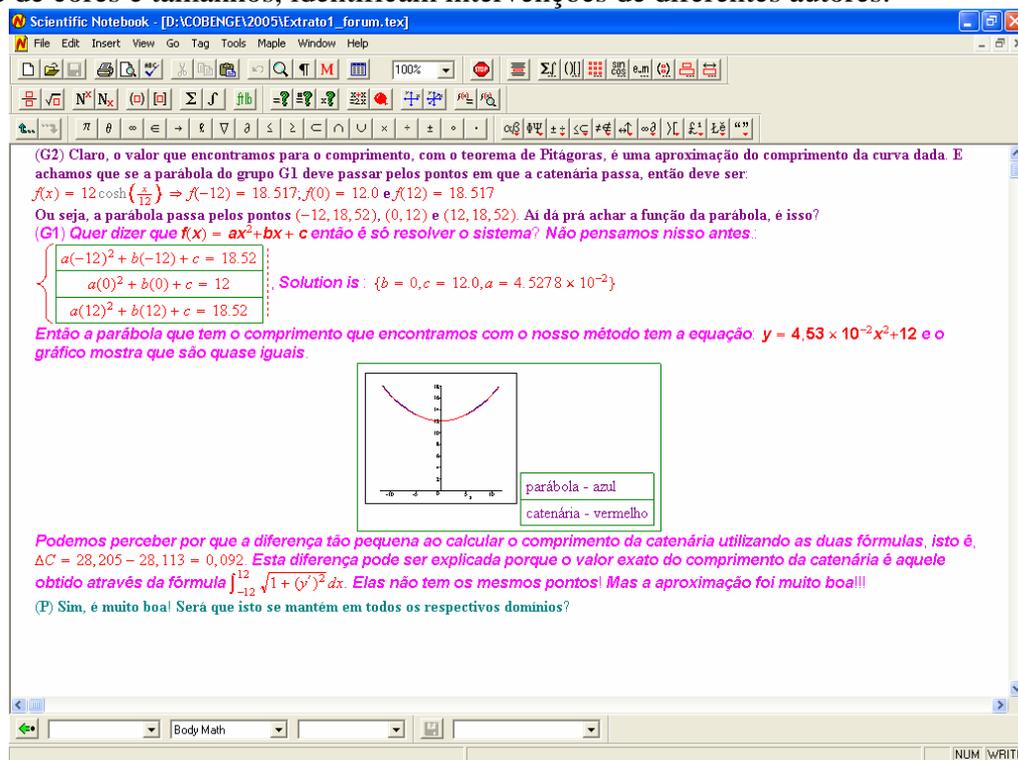


Figura 3: Arquivo anexo a uma mensagem do fórum

- *Atividades*: espaço destinado ao registro e organização das participações em atividades promovidas e disponibilizadas no ambiente, como indica a Figura 4, em forma de hipertextos que apresentam o que identificamos como *produções coletivas*.

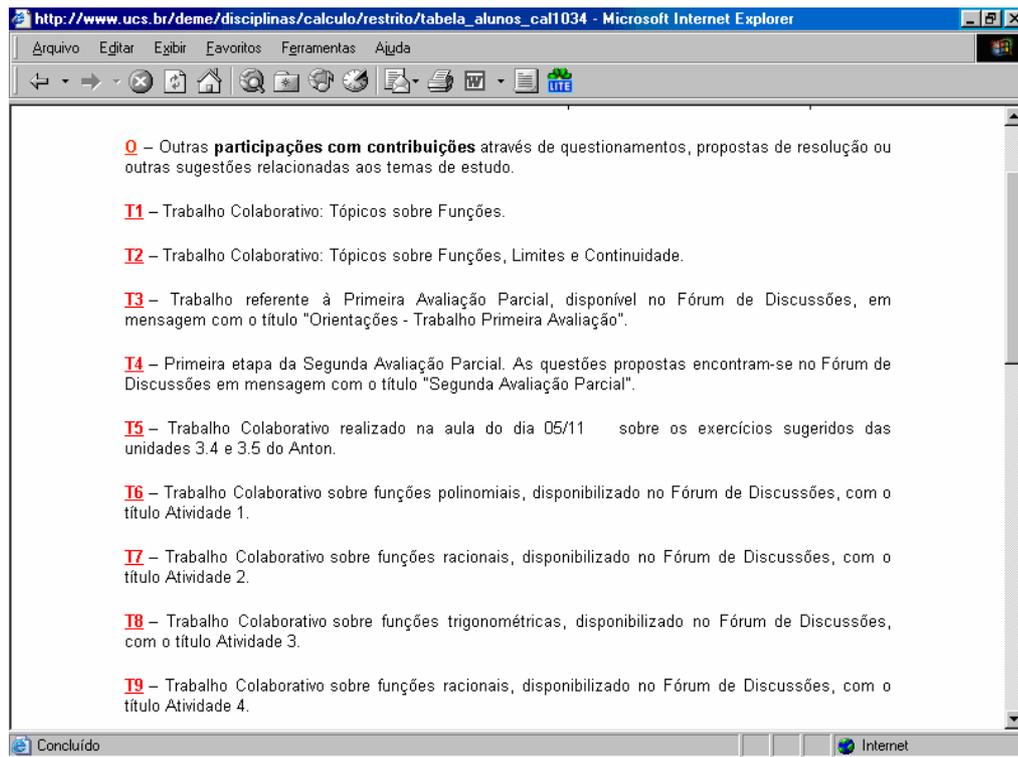


Figura 4: Espaço das *atividades* com o registro das produções coletivas

▪ As *Produções coletivas* são textos produzidos pelos estudantes, de forma cooperativa, como resultado de discussões relacionadas a cada atividade. As mesmas ocorrem no espaço das *discussões* e são deslocadas, quando concluídas (mesmo que parcialmente), para o espaço das *atividades*, com o objetivo de concentrar as contribuições sobre uma determinada discussão e ficam acessíveis por *links* relacionados a cada atividade proposta.

Uma produção coletiva é, assim, comparada a um *texto dialógico* que, para FREIRE (2001), não imobiliza o diálogo que a originou. Ao contrário, de certa forma, reforça seu sentido, além de mantê-lo vivo e dinâmico. Isso porque cada leitura pode ser a reinvenção do mesmo; a partir do momento em que o leitor envolve-se novamente, está continuamente reinventando e redialogando. Como refere D'AGORD apud SAUER (2004), o registro de uma produção coletiva, construída em uma atividade de co-operação, permite não apenas que os participantes tomem contato com o trabalho dos colegas, mas que interajam desde seus diferentes pontos de vista, uns com os outros, transformando-a por inserção de novas contribuições.

As produções coletivas, na forma como são construídas, revelam-se verdadeiros exercícios de co-operação, no sentido dado por PIAGET apud MONTANGERO e NAVILLE (1998), como resultado de ajustamentos de pensamentos próprios ou de ações pessoais aos pensamentos e às ações dos outros. Dessa forma, o controle mútuo das atividades é exercido entre os participantes que cooperam. Além disso, a qualquer momento é possível problematizá-las novamente. E, ao continuá-las ou ao ser desafiado pelas idéias discutidas, pode assumir a responsabilidade de envolver-se na sua incompletude. Na verdade, trata-se de um espaço que se mantém aberto, e que pode e deve ser valorizado por todos, mesmo por aqueles que ainda não participaram de sua construção. O desafio continua sendo responder ao que ainda não foi respondido, ou responder a seu modo àquilo que não está claro.

As figuras 5 e 6 apresentam trechos de produções coletivas, resultantes de atividades propostas e que ficam acessíveis a partir de *links* correspondentes a tais atividades.

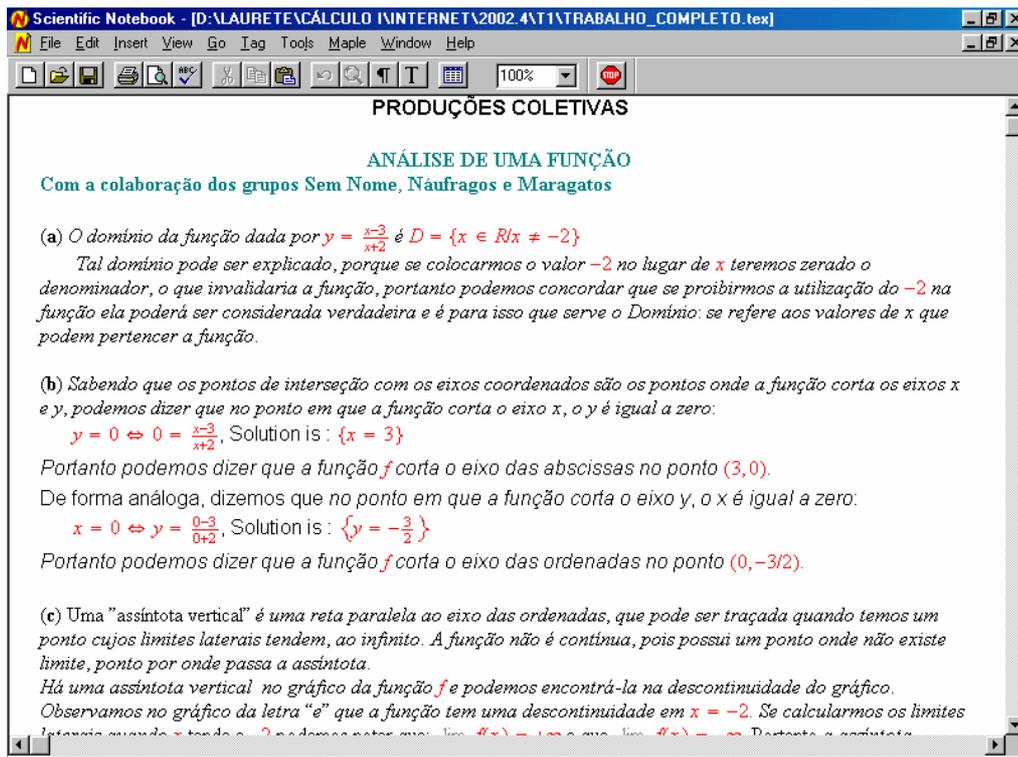


Figura 5: Trecho de uma produção coletiva

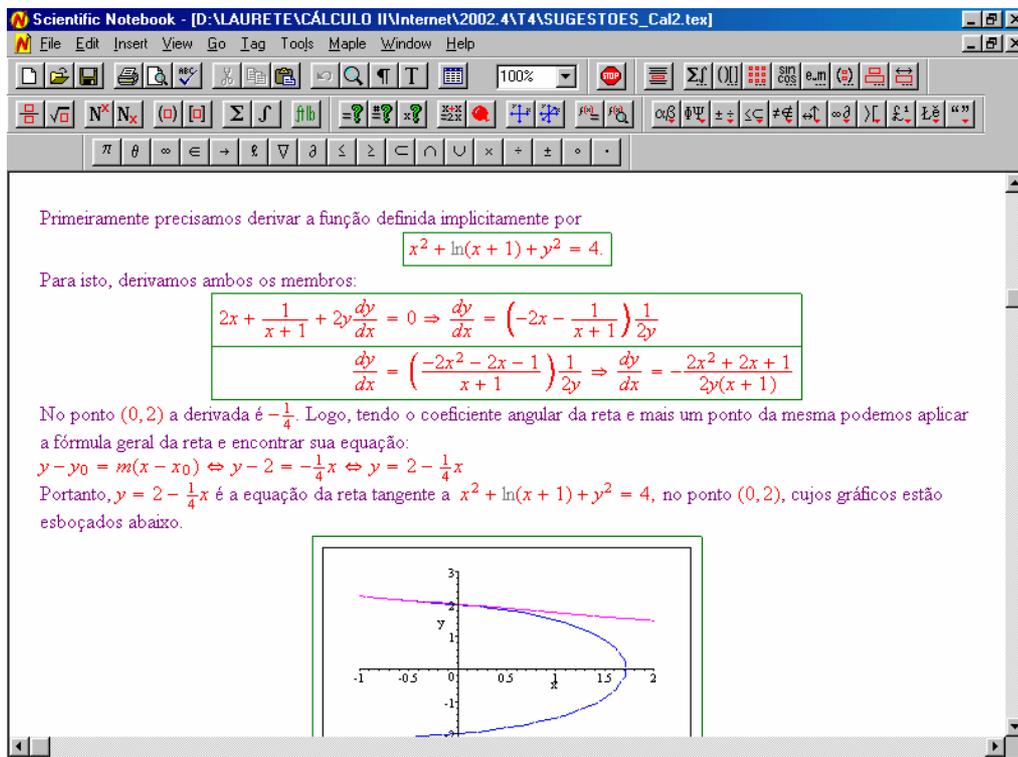


Figura 6: Trecho de uma Produção Coletiva

Também, no espaço *Atividades*, é disponibilizada uma *tabela* onde estão registradas todas as participações de cada aluno durante a realização das atividades propostas, conforme mostra a Figura 7.

imagem - Paint

Arquivo Editar Exibir Imagem Cores Ajuda

Participações - Cálculo Diferencial e Integral I - 48/49

Legenda utilizada:

☹=atividade não realizada ☺=atividade realizada parcialmente 😊=atividade completa

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
	😊	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹
	😊	☺	😊	😊	😊	😊	😊	😊	☹
	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
	😊	☺	😊	😊	☺	☹	☹	☹	☹
	😊	☺	☹	😊	😊	☹	☹	☹	☹
	😊	☹	😊	😊	😊	😊	☹	☹	☹
	☹	☺	😊	😊	☹	😊	☹	☹	☹
	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹
	😊	☺	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹
	☹	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
	😊	☺	😊	😊	☺	☹	☹	☹	☹

Figura 7: Registro de participação na realização das atividades propostas

O registro é feito e atualizado pelo professor e visa dar ciência aos alunos do acompanhamento de sua participação no processo, como forma de incentivar que assumam a responsabilidade na realização das atividades sugeridas como estudo e que constituem temas de discussão no fórum. A coluna da esquerda foi suprimida por corresponder à lista dos nomes dos participantes.

Os critérios para a definição da legenda utilizada, de acordo com a Figura 7, sugerem o envolvimento do aluno nas discussões geradas. Assim, uma atividade é considerada *realizada parcialmente* sempre que o aluno não der continuidade a uma discussão iniciada por ele, o que é incentivado e bem recebido a qualquer momento, no decorrer da disciplina. Os demais casos expressam exatamente o título que recebem, ou seja, que o aluno não demonstrou *nenhum envolvimento* com a atividade, não apresentando nenhuma contribuição ao grupo, ou, que o aluno *envolveu-se na discussão* até o esclarecimento de todos os questionamentos apresentados, o que também envolve outros colegas e a professora, em seu importante papel para o processo de tomada de consciência.

Esse ambiente virtual é considerado um apoio ao desenvolvimento de disciplinas presenciais, graças à possibilidade de ampliar e estender os espaços da sala de aula. Na dinâmica das interações, é possível que uma discussão iniciada em sala de aula continue através da troca assíncrona de mensagens via *fórum*. Ou, ao contrário, iniciar como uma dúvida enviada para o *fórum* e concluir na sala de aula. Na verdade todos os movimentos são possíveis e é importante que os interagentes organizem-se e adaptem-se a essa nova temporalidade. (VALENTINI, 2003).

Quanto aos temas das discussões, entendemos, como MOLL e BARBOSA, apud VALENTINI (2003), que “não há conhecimento sem conteúdo, pois as estruturas cognitivas se constroem a partir dos conteúdos”. Ou seja, as atividades relacionadas aos temas de estudo do Cálculo Diferencial e Integral dão origem às participações dos interessados. Em continuação, é necessário um professor interagindo constantemente e abrindo espaços para a construção de novos saberes, estimulando o desenvolvimento de autonomia intelectual. Cada

participante é um sujeito ativo, cooperativo, interativo, criativo, que assim constrói seu conhecimento em ação. É livre para interagir nos momentos que julga oportuno, em linguagem livre, que expressa o que já sabe e o que ainda não entende, e não por padrões de respostas esperadas. E a elaboração pessoal, característica das mensagens dos alunos, é fonte indicativa do seu desenvolvimento. Ao decidir quando e como interagir, compromete-se com sua aprendizagem e com as aprendizagens do grupo, superando a submissão às regras externas impostas.

Informações sobre o processo de aprendizagem dos alunos e sobre sua forma de lidar com os recursos disponíveis são coletadas em registros no ambiente e nas observações das professoras sobre o desempenho dos alunos e suas principais dificuldades. A análise dos dados procura identificar as concepções dos alunos sobre a aprendizagem, em particular, de Matemática para Engenharia, bem como sobre a potencialidade dos recursos, além de outros aspectos que, de alguma forma, podem interferir nos processos de aprendizagem. Com essas análises buscamos identificar também ferramentas e programas computacionais mais adequados para a construção de ambientes virtuais de aprendizagem de Matemática.

### **3. UMA ANÁLISE QUALITATIVA**

Os resultados já inferidos a partir do que temos observado indicam que, de modo geral, os alunos não estão acostumados a gerenciar sua própria aprendizagem, pois estão sendo formados, em grande parte, em disciplinas centradas em concepções tradicionais de aprendizagem de Matemática, onde o professor dá informações e o aluno copia e repete procedimentos, e pouco entende daquilo que está sendo realizado por ele ou pelo professor. Tais indicadores aparecem, especialmente, em atividades de auto-avaliação, bem como em participações espontâneas dos alunos nos fóruns de discussão, que são incentivadas, não apenas visando conhecer o ponto de vista do aluno, mas também para levá-lo em consideração na programação das atividades de aprendizagem ou de estratégias e intervenções do professor.

Na concepção de ensinar e aprender, da ainda maioria dos alunos, o professor é aquele que “passa” conteúdo, dá aulas, no sentido de “explicar”, “fazer para eu ver”, dentre outras crenças; quando isso é modificado (pacto quebrado!) há resistência e desestabilidade. É preciso que isto seja levado em consideração ao construir um ambiente virtual de aprendizagem. Ou seja, como o aluno está acostumado a receber “tudo explicado pelo professor”, quando ele precisa assumir seu papel na construção de seu conhecimento, em geral, oferece resistência, pois não aprendeu a fazer isso. Nesse sentido é desejável que, desde o início, sejam examinadas junto com os alunos, suas concepções sobre o processo de aprender, ajudando-os a refletir sobre suas motivações, seus interesses, suas necessidades e dificuldades, para que eles estejam conscientes do desafio a enfrentar.

Dessa forma, as expectativas do aluno de Engenharia em relação à Matemática que vai aprender e aplicar, dando sentido para isto, no seu universo de atuação, também são aspectos a considerar ao programar um ambiente. É necessário que o professor torne relevante e significativo o que está sendo ensinado, para que o futuro engenheiro possa dar sentido ao que está aprendendo. Também é fundamental criar condições para que o aluno tenha consciência do que já conhece como base para ancorar novos conhecimentos. As condições precisam ser tais que o aluno reflita, sempre, sobre o que está aprendendo, percebendo, em muitas situações, várias maneiras de lidar com a realidade, com base no que aprende.

Nesse contexto, as discussões no ambiente virtual, mostram-se de extrema importância. A partir de respostas apresentadas num primeiro momento e levando em consideração os conhecimentos então demonstrados, é possível investir no aperfeiçoamento ou aprofundamento dos conceitos de interesse. Um ponto de destaque dessa metodologia tem sido a possibilidade de identificar as dificuldades de cada aluno e, em cada caso, promover a

(re)construção de conhecimentos, levando em consideração os que ele já possui, pois além de resolver um problema analiticamente, auxiliado ou não por computador, o aluno tem a tarefa de justificar seus procedimentos e analisar os resultados obtidos no contexto da situação envolvida. Conforme LIMA e SAUER (2003), o professor, como bom explorador de idéias deve reunir algumas qualidades como: saber observar, deixar que o aluno expresse fielmente seus saberes, incentivando-o e procurando nas respostas por algo precioso: quando corretas, por relações em níveis mais complexos ou complementares, que pode estabelecer a partir delas e, quando incorretas, por argumentos questionadores, de análise e discussão. Assim poderá, realmente, auxiliar o aluno na aprendizagem significativa da Matemática para Engenharia, isto é, aquela que tem significado para ele.

#### **4. O QUE JÁ PODE SER DITO**

Destacamos, numa reflexão final, alguns aspectos positivos decorrentes da utilização de ambientes de aprendizagem construídos conforme as concepções didático-pedagógicas aqui discutidas: o desenvolvimento da capacidade de interpretar, explorar e decidir; o aluno segue e aprimora seu próprio ritmo de trabalho; o aluno gerencia sua aprendizagem, espera menos do professor, descobre por si alternativas para resolver problemas; o professor não é a única fonte de informação e de orientação. Dessa forma, consideramos que o ambiente tem potencial para auxiliar o estudante no desenvolvimento da autonomia para buscar suas próprias respostas, estimulando o aprender a aprender.

Considerando as verbalizações dos alunos podemos dizer que eles estão começando a mudar suas concepções sobre aprendizagem. Só o fato de estarem lendo, interpretando, refletindo, fazendo perguntas, já é um avanço, ainda que pequeno, em relação a maneira mais tradicional.

A relação aluno-professor e aluno-aluno está sendo modificada. Também é possível acrescentar que a maneira do aluno relacionar-se com o conhecimento, com os conceitos que está aprendendo, está sendo modificada pelo simples fato de refletir sobre o que faz e de ser estimulado a propor alternativas para resolver seus problemas. O ambiente encoraja os alunos: eles já apresentam uma conduta mais independente e questionam mais.

Cabe ressaltar que não foi objetivo deste trabalho comparar ambientes virtuais com presenciais. Talvez, tudo o que propomos neste estudo possa ser feito sem o apoio de um ambiente virtual. Entretanto, cumpre destacar que para a eficácia da metodologia aqui discutida, o suporte tecnológico é o que permite a análise das ações e os consequentes resultados. Isso porque a distância física não impede a constituição das discussões, cujo registro no ambiente possibilita ao professor melhores condições para intervir e para avaliar a aprendizagem.

Podemos dizer também que muitas das habilidades requeridas para o engenheiro, tais como: raciocinar, analisar e argumentar com clareza, defendendo seus pontos de vista, demonstrar idéias, lidar com informações e com tecnologia, além de outras, podem ser desenvolvidas em atividades de aprendizagem, do modo proposto por este estudo. Com efeito, a aprendizagem requer: interação, co-operação, participação ativa, envolvimento em atividades de estudo, colaboração, solidariedade, socialização de idéias, capacidade de argumentação e síntese, capacidade de expressar idéias próprias, disposição para rever resultados obtidos – comparando-os com outros possíveis – pesquisa, assumir o próprio processo de construção do conhecimento e consciência. O professor, por sua vez, no papel de problematizador, em atividades de discussão, pode assumir a responsabilidade de estar atento ao processo, valorizando todas as participações, incentivando novas intervenções, orientando-se pelas respostas dos alunos ao coordenar ações e reflexões.

Indiscutivelmente, este processo é lento e exige determinação, porém é condição para que seja possível aplicar o conhecimento construído, de forma crítica, com autonomia e com envolvimento em processos de decisão e tomada de consciência.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTON, H. **Cálculo, um novo horizonte**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia. Saberes necessários à prática educativa**. 18. ed. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2001.
- GRAVINA, M. A.; SANTAROSA, L. M. C. A aprendizagem da matemática em ambientes informatizados. **Informática na Educação: Teoria e Prática**, Porto Alegre: Ed. da Ufrgs, v. 1, n. 2, p. 73-88, 1999.
- LIMA, I. G. e SAUER, L. Z. Uma proposta metodológica e sua contribuição para a aprendizagem de Matemática na formação de Engenheiros. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 31., 2003, Rio de Janeiro. **Anais...** UFRJ, 2003. 1 CD-ROM.
- LIMA, I.G. **Mecam: metodologia e recursos tecnológicos para a melhoria das condições de aprendizagem da matemática**. 2004, 220f. Tese (Doutorado em Informática em Educação) - PGIE, UFRGS, Porto Alegre, 2004.
- LIMA, I. G., SAUER, L. Z., SOARES, E. M. S. Discutindo alternativas para ambientes de aprendizagem de matemática para cursos de Engenharia. In: World Congress on Engineering and Technology Education, 2004, Guarujá. **Anais...** Engineering Education in the Changing Society, Guarujá Council of Researches in Education and Sciences, 2004, p. 1159-1162.
- MONTANGERO, J.; MAURICE-NAVILLE, D. **Piaget ou a inteligência em evolução**. Tradução de Tânia Beatriz Iwazko Marques e Fernando Becker. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- MURPHY, L. D. Computer álgebra systems in calculus reform. Disponível em: <<http://www.mste.uiuc.edu/users/Murphy/>>. Acesso em: 20 mai. 2005.
- PAPERT, S. **A máquina das crianças**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- PIAGET, J. **O Desenvolvimento do Pensamento. Equilíbrio das Estruturas Cognitivas**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1977.
- SAUER, L. Z. e SOARES, E. M. Um novo olhar sobre a aprendizagem de Matemática para a Engenharia. In: CURY, H.N.(Org.). **Disciplinas matemáticas em cursos superiores: reflexões, relatos, propostas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004, p. 245-270.
- SAUER, L.Z. **O diálogo matemático e o processo de tomada de consciência da aprendizagem em ambientes telemáticos**. 2004, 195f. Tese (Doutorado em Informática em Educação) - PGIE, UFRGS, Porto Alegre, 2004.
- SOARES, E. M. S. **Comportamentos matemáticos e o ensino de matemática para cursos de engenharia**. 1997. 251 f. Tese (Doutorado em Metodologia do Ensino Superior) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1997.
- STEWART, J. **Cálculo**. 4. ed. São Paulo: Pioneira, 2001.
- THOMAS, G. B. **Cálculo**. 10. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2002.
- VALENTINI, C. B. **Tecendo e aprendendo: redes sociocognitivas e autopoieticas em ambientes virtuais de aprendizagem**. 2003, 213f. Tese (Doutorado em Informática em Educação) - PGIE, UFRGS, Porto Alegre, 2003.

## VIRTUAL AMBIANCES: ON-LINE ENVIRONMENTS TO SUPPORT MATHEMATICAL LEARNING IN ENGINEERING

**Abstract:** *The usage of technology has been showing the power of providing changes in the paradigm of education. The use of software and the interaction tools can help in the building-up of mathematical knowledge, when they integrate virtual ambiances as a support to the*

*development of studies in the Engineering majors. In this work we have presented some considerations about how to promote better learning conditions in the Integral and Differential Calculus disciplines of the Math and Statistic Department of the University of Caxias do Sul. The ambiance that we have implemented joins a set of tools and sceneries that permit the communication among the subjects and the collaborative or cooperative attainment of learning tasks. Different environments have been organized in order to give information related to the pedagogical programs and proposals of the disciplines, guidelines to study and activity schedule, bibliography suggestions and links that lead to sites related to the study issues, besides supporting material and resources of communication. The ambiance construction has, as its basis, constructivist and social interactive learning conceptions, and for its permanent up-dating we have been considering the analysis of interactions that emerge in the development of the disciplines during a discussion forum about themes related to the construction of mathematical concepts and to the resolution of application problems. Some outcomes of our study have indicated that the ambiance and the strategies used have potential to help the student in the development of his or her autonomy and learn how to learn, and the teacher how to perform in a constant reflection about his pedagogical performance.*

**Key-words:** *Virtual ambiance of math learning, Mathematics to engineering, Interaction and learning, Autonomy, Learn how to learn.*