

UMA CONTRIBUIÇÃO PARA O ENSINO DE FUNÇÕES DE VÁRIAS VARIÁVEIS NOS CURSOS TECNOLÓGICOS

Katiani da Conceição – katiani@joinville.udesc.br

Departamento de Matemática
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC
Campus Universitário Professor Avelino Marcante - Bom Retiro.
89223-100 Joinville-SC

Ivanete Zuchi – iva@joinville.udesc.br

Departamento de Matemática
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC
Campus Universitário Professor Avelino Marcante - Bom Retiro.
89223-100 Joinville-SC

Mirian B. Gonçalves - mirian@mtm.ufsc.br

Departamento de Matemática
Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC
Campus Universitário – Trindade.
88040-900 Florianópolis-SC.

***Resumo:** O presente trabalho apresenta um estudo sobre as possíveis causas das dificuldades enfrentadas pelos alunos de Engenharia na disciplina de Cálculo II, especificamente, na resolução de problemas que envolvem Máximos e Mínimos de Funções de Várias Variáveis. O primeiro problema a se superar é evitar o ensino mecânico de operações e fórmulas, que futuramente acabam sendo esquecidos pelos alunos. As aulas devem dar ênfase à resolução de problemas e estarem mais próximas do cotidiano do aluno. Como o mercado de trabalho exige profissionais criativos, esses precisam desenvolver habilidades para aprender a buscar informações e compreendê-las para utilizar na resolução de problemas diversos. Por esse motivo, desenvolvemos um protótipo “CALMAX” que aborda estratégias para auxiliar os estudantes na resolução de problemas de Máximos e Mínimos de Funções de Várias Variáveis, já que a maioria deles sente dificuldades em relacionar a teoria com a prática. Além disso, é relatada uma experimentação desse protótipo em uma turma piloto com o intuito de verificar a eficiência e fazer a realimentação do protótipo. Também apresentamos os resultados e conclusões.*

***Palavras-chave:** Ensino-Aprendizagem, Resolução de Problemas, Ferramenta Computacional, Experimentação.*

1. INTRODUÇÃO

À medida que a tecnologia vem se desenvolvendo ao longo dos tempos, vários setores da sociedade sofrem mudanças, cada vez mais notórias. Essas mudanças implicam em uma

alteração de postura dos profissionais em geral e, portanto, requer o repensar dos processos educacionais.

Atualmente o grande desafio encontrado pelos profissionais da educação é aliar a tecnologia computacional com o ensino em si, de forma que se utilize essa tecnologia com o objetivo de melhorar o processo ensino-aprendizagem. Tais objetivos podem ser alcançados através da utilização adequada de técnicas de Inteligência Artificial, que vêm sendo usadas como suporte conceitual para o desenvolvimento de software educacional. Os Sistemas Tutoriais Inteligentes são exemplos de programas de computador com propósitos educacionais e que incorporam tais técnicas. Segundo WENGER (1987), a principal função desses sistemas é agir como um “veículo de comunicação”. Mas independente do paradigma utilizado, um dos objetivos principais é comunicar o conhecimento e ou as estratégias para o estudante resolver problemas dentro de um determinado conteúdo.

Com o auxílio dessas técnicas e a partir de dificuldades evidentes nos alunos quanto à aprendizagem de alguns conteúdos em Cálculo, desenvolveu-se um protótipo. Esse protótipo é uma tentativa de contribuição para o sistema de ensino (em Cálculo) alterando-se métodos e técnicas e permitindo reduzir a distância entre o saber prático e o saber teórico, referentes à resolução de problemas.

Através do protótipo, tenta-se desenvolver um ambiente que desperte e motive o aluno a aprender, pois se percebe que os alunos de Cálculo apresentam dificuldades em conciliar teoria e prática. Constata-se que geralmente, os alunos assimilam Teoremas e Proposições, expostos pelo professor ao apresentar o conteúdo de Máximos e Mínimos de Funções de Várias Variáveis. Porém, quando eles tentam resolver os problemas envolvendo esses Teoremas e Proposições, a grande maioria não consegue interpretar e compreender o enunciado do problema proposto e aplicar a teoria. Isso favorece uma resolução mecânica dos problemas, que incansavelmente acompanha muitos alunos.

Com o intuito de tentar minimizar as deficiências encontradas na disciplina de Cálculo e, com a crença de que o computador possa contribuir para a alteração dos métodos de ensino, apresenta-se uma pequena contribuição para o efetivo uso do computador no ensino de Cálculo, visando à meta maior que é a melhoria da qualidade do ensino.

2. SUPORTE CONCEITUAL

É importante indagar como as pessoas resolvem problemas. Estudos realizados nas últimas décadas nos ajudam a compreender com mais precisão os processos envolvidos na resolução de problemas e como esses podem ser aprimorados através do ensino.

POZO (1998) ressalta que, durante muito tempo, os estudos psicológicos e as suas aplicações educacionais pareciam aceitar a idéia de que a resolução de problemas se fundamentava na aquisição de estágios gerais. Assim, uma vez adquiridos, eles poderiam ser aplicados com poucas restrições a qualquer tipo de problema. A partir desse ponto de vista, ensinar a resolver problemas seria proporcionar aos alunos essas estratégias gerais, para que eles as aplicassem cada vez que se deparassem com uma situação nova ou problemática.

Apresenta-se, a seguir, de modo condensado, algumas etapas que podem ajudar na resolução de problemas matemáticos e foram utilizadas no protótipo Cálmax para auxiliarem os alunos no conteúdo de resolução de problemas de Máximos e Mínimos de Funções de Várias Variáveis. É importante ressaltar que essas etapas não são rígidas, fixas e nem infalíveis. Resolver problemas é algo muito complexo e há diversos tipos de conhecimento diferentes durante a aprendizagem. Como mostra o relatório COCKROFT (1982), apud POZO (1998), “não se conhece bem a forma como esses processos se desenvolvem (estratégias de resolução de problemas), e também não existem materiais adequados à disposição dos professores”. Todavia, se o professor fornecer oportunidades para os alunos resolverem problemas adequados ao seu nível de conhecimento, as estratégias poderão ser úteis.

As quatro fases para a resolução de problemas propostas por POLYA (1995) evidenciam a necessidade de desafiar a curiosidade dos alunos, apresentando-lhes problemas de acordo com o nível de seus conhecimentos, auxiliando-os com naturalidade, de modo que ao aluno caiba uma parcela razoável de trabalho. Além disso, o professor pode auxiliá-los com uma série de indagações, dividindo os problemas em subproblemas. Desta forma, o professor pode “controlar” o grau de dificuldades dos problemas e, incutir nos alunos o gosto pelo raciocínio independente e pela satisfação que pode ser proporcionada pela busca de uma resposta para os problemas apresentados. Vejam-se:

Compreender o problema: é difícil resolver uma tarefa sem uma compreensão prévia da mesma. Por isso, o enunciado verbal do problema precisa ficar bem entendido e o aluno precisa ter disposição e desejo para buscar a solução. Ele deve estar em condições de identificar as partes principais do problema: a incógnita, os dados, a condicionante etc, sob vários pontos de vista. Por exemplo, se houver uma figura, ela deve ser traçada, introduzindo-se notação adequada para especificar os dados e as incógnitas.

Estabelecimento de um plano: conceber um plano é algo difícil. Para conseguir isto é preciso conhecimento prévio, ter bons hábitos mentais e concentração no objetivo. A parte principal na resolução de um problema é a concepção de um plano. O professor pode ajudar o seu aluno nesse passo propiciando, de maneira discreta, um bom plano, pois sabemos que para o aluno é difícil ter um bom plano quando ele conhece pouco do assunto e, que é impossível tê-lo se nada conhece. O bom plano surge com experiências passadas e conhecimentos previamente adquiridos. Os itens indispensáveis na resolução de problemas matemáticos são os conhecimentos matemáticos adquiridos, tais como problemas anteriormente resolvidos. Assim sendo, devemos encaminhar a resolução perguntando: “Conheço um problema semelhante?”. É difícil imaginar um problema absolutamente novo, sem nenhuma semelhança ou relação com um outro já estudado. Sempre aproveitamos algo dele, seja o seu método ou experiência adquirida, para resolvê-lo.

Execução do plano: consiste em desenvolver o plano que havia sido previamente elaborado. É nesse passo que o aluno confere detalhadamente o plano. O caminho que segue desde a compreensão até o estabelecimento do plano é difícil. Porém, esta etapa é mais fácil, pois o que se precisa é de paciência. O plano, no entanto, proporciona apenas um roteiro geral. Precisamos nos certificar de que os detalhes estão inseridos nesse roteiro. Para isso, temos que examiná-los um após o outro até que tudo fique perfeitamente claro e que não reste nenhum recanto obscuro no qual possa ocultar-se um erro.

Análise do resultado: geralmente, os alunos chegando à resolução do problema passam rapidamente para um outro, ou, então, fecham os livros e dedicam-se a um outro assunto. Agindo desta forma, eles perdem uma fase muito importante e instrutiva do trabalho da resolução. Se fizerem um retrospecto, isto é, examinarem a solução obtida, considerando e reexaminando o resultado final e o caminho percorrido, os alunos poderão consolidar o seu conhecimento e aperfeiçoar a capacidade de resolver problemas. Para que essa análise não deixe de ser realizada pelos alunos, os professores podem dar-lhes a impressão de que os problemas matemáticos têm relação uns com os outros. Assim a tarefa de resolver problemas seria facilitada e alguns efeitos não serão perdidos.

De acordo com POLYA (1995), cada passo acima relatado tem a sua importância. Algum aluno pode ter um plano excepcional, deixando de seguir algumas etapas, chegando impulsivamente à resolução. Todavia, ele pode ter desvantagens e se prejudicar ao deixar de realizar um dos quatro passos. É perigoso para o aluno começar a fazer cálculos, traçar figuras sem ter compreendido o problema. É inútil executar detalhes sem ter feito uma espécie de plano. Muitos enganos podem ser evitados se o aluno, na execução do seu plano, verificar cada passo.

3. O PROTÓTIPO CÁLMAX

Ao questionarmos sobre o ensino de Cálculo nos cursos de Matemática e Engenharias, percebe-se que muitos professores estão descontentes com a disciplina. Pode-se dizer que esse descontentamento é causado, muitas vezes, pelos altos índices de reprovação, desinteresse e evasão dos alunos nestes cursos.

Como muitos professores e alunos têm expectativas de que o ensino e a aprendizagem podem mudar com o uso do computador, desenvolveu-se o protótipo Cálmax, com o intuito de estimular o interesse do aluno e motivá-lo a estudar Cálculo, acreditando que essa disciplina é importante no seu currículo. Também teve-se como objetivo incentivar o professor para que acredite que o uso do computador em sala de aula pode renovar, ou pelo menos alterar, os métodos de ensino de Cálculo.

3.1 Objetivos do Cálmax

O objetivo principal ao se construir o protótipo é de que ele sirva como recurso didático para auxiliar o aluno na resolução de problemas de Máximos e Mínimos de Funções de Várias Variáveis. Através da interação com o mesmo, o aluno poderá detectar os pontos em que estão as suas dificuldades em resolver os problemas.

Como objetivos específicos destaca-se que o protótipo deve:

- Servir como recurso didático para o professor e/ou aluno;
- Fixar o conteúdo exposto em sala de aula;
- Estimular o raciocínio do aluno através da resolução de problemas;
- Motivar o aluno para o estudo do Cálculo, particularmente, Máximos e Mínimos de Funções de Várias Variáveis;
- Apresentar a resolução dos problemas através de uma estratégia formada por quatro passos básicos que são: compreensão do problema, estabelecimento de um plano, execução do plano e análise do resultado;
- Possibilitar que o aluno detecte algumas das suas dificuldades ao resolver os problemas propostos.

O público alvo deste protótipo é constituído por alunos que estão cursando disciplinas de Cálculo que abordam o conteúdo de Máximos e Mínimos de Funções de Várias Variáveis, em cursos de Ciências Exatas e/ou Tecnológicas.

3.2 Descrição do Cálmax

A princípio o usuário tem a opção de navegar pelos tópicos “Teoria”, “Exemplos” e “Resolução de Problemas”. Quando o usuário escolhe uma opção, o protótipo permite, através de botões de Voltar, que ele retorne às telas anteriores e modifique suas escolhas, caso deseje. Além disso, ele pode reler os textos, se houver alguma deficiência na sua compreensão, isto é, se os textos não ficaram claros em uma primeira leitura. O botão de Voltar não prejudica a continuidade do protótipo. Ele não anulará os itens que foram anteriormente navegados. Além disso, o Cálmax também fornece ao usuário a possibilidade de interrupção do protótipo a qualquer momento, clicando no botão Sair.

A parte teórica do conteúdo Máximos e Mínimos de Funções de Várias Variáveis está dividida em cinco tópicos: Conceitos Básicos, Pontos Críticos, Condição Necessária, Condição Suficiente e Máximos e Mínimos Condicionados. O usuário, ao optar por qualquer um desses tópicos encontra textos explicativos, definições importantes, ilustrações geométricas e exemplos, que permitem a visualização da aplicação da teoria. O objetivo é tentar aguçar a curiosidade do usuário para que tente resolver os problemas. Além disso, é disponibilizado, através de *links*, ajuda para revisão de tópicos estudados anteriormente, sem comprometer a navegação, isto é, o usuário acessa a ajuda e retorna à tela que está navegando. Na parte teórica, além dos cinco tópicos, o tópico “Conceitos Básicos” está subdividido em

“Motivação”, “Visualização Geométrica” e “Definições”. E o tópico “Máximos e Mínimos Condicionados” também está subdividido em “Caso Particular” e “Caso Geral”. O objetivo dessas subdivisões é permitir que o usuário navegue somente pelos tópicos nos quais possui alguma deficiência ou dúvida. Com isso, evitamos que o protótipo se torne linear.

Na opção “Exemplos”, são apresentadas as resoluções de problemas através de uma estratégia montada para auxiliar e facilitar a compreensão do conteúdo ao usuário. A estratégia é dividida em quatro passos básicos: compreensão do problema, estabelecimento de um plano, execução do plano e análise do resultado. A partir daí, são apresentados quatro exemplos, dois pelo Método Convencional e dois utilizando o Método de Lagrange. A resolução desse exemplo é feita utilizando-se os quatro passos básicos citados anteriormente. Os exemplos são explanados informalmente, através de perguntas, estimulando o usuário a pensar nas questões e tentar, juntamente com o protótipo, resolvê-lo. Todos os exemplos estão disponibilizados da maneira. Desta forma, o usuário estará fixando os passos da resolução e poderá utilizá-los em outros problemas propostos.

O usuário, após terminar a navegação pelo conteúdo proposto na parte teórica e nos exemplos, tem a oportunidade de resolver alguns problemas inseridos no contexto. São oferecidos a eles seis problemas, sendo que três deles podem ser resolvidos através do método Convencional, um pode ser resolvido utilizando ambos os métodos, Convencional e de Lagrange, e os outros dois podem ser resolvidos pelo método de Lagrange.

Ao ler o enunciado do problema, o usuário pode tentar resolver o problema e clicar no botão “Resposta”. Com isso, aparecerá uma caixa de entrada de dados, pedindo que o usuário insira o valor encontrado. Caso o usuário não tenha conseguido resolver o problema, pode optar pela “Ajuda”, disponibilizada na borda superior esquerda da tela do Cálmax. Nela estarão os passos que ele pode seguir para tentar resolver o problema. A opção “Ajuda” pode ser acionada a qualquer momento.

Ao entrar com os pontos críticos (resultado) corretos, o usuário receberá uma mensagem de que seu problema está parcialmente correto. Em seguida, o protótipo pergunta se o ponto encontrado é de “Máximo” ou de “Mínimo” (classificação). Respondendo que é de “Máximo”, o usuário receberá uma outra mensagem dizendo que o problema está correto. Agora, vamos supor que o usuário tenha entrado com os pontos críticos corretamente, mas tenha errado na classificação do ponto. Ele colocou que o ponto encontrado é de “Mínimo”. O protótipo apresenta uma mensagem informando que ele não acertou e tenta mostrar o erro ocorrido. Outra suposição que podemos fazer é de que o usuário não tenha entrado com os dados (resultado) corretamente. O protótipo apresenta uma mensagem dizendo que o usuário não acertou. Em seguida o protótipo pergunta se o usuário gostaria de tentar encontrar o erro. Se a resposta for “Não”, o usuário poderá tentar resolver outro problema. Caso contrário, isto é, se a resposta for “Sim”, aparecerão algumas telas com as partes principais da resolução para que o usuário as confira com a sua.

No decorrer desse *feedback*, o protótipo faz algumas perguntas para o usuário em relação à sua resolução. No término das verificações, o usuário após encontrar uma resposta, poderá entrar com os valores e conferir sua resposta. Caso erre, ele poderá tentar resolver outros problemas e posteriormente tentar resolver este que ficou pendente.

Cabe ressaltar que todos os problemas estão expostos de forma similar.

3.3 Proposta de utilização do Cálmax em sala de aula

Segundo Pelgrum & Plomp (1993) um fator muito importante na implementação de mudanças, como a introdução de computadores em aulas de Matemática, é a clareza de objetivos e significados. Fullan & Stiegelbauer (...), op. cit. Pelgrum & Plomp (1993), argumentam que mudanças não especificadas e obscuras podem causar grande ansiedade e frustração para aqueles que tentam realmente implementar o computador em sala de aula. Assim, é importante que softwares educacionais sejam ergonomicamente desenvolvidos e

associados a propostas de utilização em sala de aula e que contemplem a relação professor-aluno-computador.

A metodologia proposta para a utilização do Cálmax fundamenta-se nas reflexões e experiências dos professores e pesquisadores, integrantes GEIAAM, em sala de aula. Pretendemos com essa proposta assegurar o alcance dos objetivos do professor ao utilizar o protótipo Cálmax em sala de aula. Para a utilização do Cálmax na aula experimental utilizou-se a seguinte proposta:

- 1) Apresentar os objetivos da aula aos alunos, para que eles se comprometam na compreensão da situação colocada. Esses objetivos foram expostos no início da aula.
- 2) Sugerir que os alunos naveguem livremente pelo tópico Teoria, nos conteúdos: Conceitos Básicos, Pontos Críticos, Condição Necessária e Condição Suficiente.
- 3) Analisar os Exemplos 1 e 2, sobre o conteúdo estudado.
- 4) Navegar pelo tópico Teoria, no conteúdo: Máximos e Mínimos Condicionados.
- 5) Analisar os Exemplos 1 e 2, sobre o conteúdo estudado.
- 6) Indicar a resolução dos problemas propostos pelo sistema. O aluno deverá trabalhar no ambiente lápis/papel e em seguida checar os resultados, lembrando que o Cálmax contém o tópico AJUDA.

É importante que o professor possa explorar novas idéias, fazendo com que os alunos assumam a posse de sua própria aprendizagem. Quanto aos alunos, esperamos que eles ativem a sua criatividade e que fiquem mais independentes na construção de seu conhecimento.

4. UTILIZAÇÃO DO CÁLMAX EM SALA DE AULA (EXPERIMENTAÇÃO) E RESULTADOS

A experimentação com o Cálmax foi realizada com o intuito de verificar alguns aspectos relacionados à sua ergonomia (comandos, vocabulário, fonte, figuras, cores etc), a funcionalidade (navegação, ajudas, erro de dados) e os seus objetivos (auxílio da aprendizagem, recursos e/ou estratégias, auxílio ou não do professor). Para a realização de tal experimentação, utilizou-se o protótipo na disciplina de Cálculo II, no primeiro semestre de 2004, em uma turma piloto de 32 (trinta e dois) alunos do Centro Tecnológico da Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC).

Antes de iniciar a navegação foi sugerido aos alunos para que navegassem pela teoria, exemplos resolvidos e após pelos problemas propostos. O objetivo era que o aluno revisse a teoria explanada, em sala de aula, para não ter dificuldade ao resolver um determinado problema proposto. Após esse enfoque os alunos navegaram livremente pelo protótipo, trabalhando em grupos. Eles trabalharam em paralelo no ambiente lápis/papel, resolvendo os problemas propostos pelo protótipo. É relevante salientar que ocorreu a troca de informações entre os alunos desta turma, sendo que muitos problemas foram resolvidos em conjunto. Quando ocorria alguma dúvida a presença do professor era solicitada. O tempo de experimentação foi de 2 horas aulas.

Após a navegação, foi entregue aos alunos um questionário de satisfação com o intuito de avaliar o protótipo. Esse foi disponibilizado aos alunos para que eles pudessem completar a tarefa e ter a disposição um recurso sobre Máximos e Mínimos de Funções de Várias Variáveis.

No que se refere aos objetivos do protótipo, 83 % (oitenta e três por cento) dos alunos respondeu que o protótipo auxiliou na aprendizagem do conteúdo de Máximos e Mínimos de Funções de Várias Variáveis. Destaca-se que, em uma pergunta de múltipla escolha, 63 % (sessenta e três por cento) dos alunos considerou que a utilização do protótipo permitiu a fixação do conteúdo, 40 % (quarenta por cento) achou que possibilitou revisar o conteúdo, 37% (trinta e sete por cento) destacou que o protótipo orientou na resolução de problemas, 27% (vinte e sete por cento) que o protótipo motivou o estudo aprofundado do conteúdo e

24% (vinte e quatro por cento) assinalou um aumento no senso crítico na análise das respostas fornecidas pela máquina.

Quanto aos recursos e estratégias usadas pelo protótipo, 93% (noventa e três por cento) dos estudantes disse que o protótipo contribuiu, de alguma maneira, para o entendimento do conteúdo em questão. Sendo que 70% (setenta por cento) destacou que praticamente não necessitaram da presença do professor para navegar pelo protótipo, enquanto 44% (quarenta e quatro por cento) necessitou de alguma forma a presença do professor para auxiliar na compreensão do conteúdo.

No quesito ergonomia do protótipo 70% (setenta por cento) destacou que os comandos são claros e informativos e 30% (trinta por cento) praticamente claro e informativo. Na visão de 50% (cinquenta por cento) o vocabulário é totalmente adequado e na visão dos outros, é praticamente adequado. Os símbolos utilizados pelo protótipo são compreendidos, em sua grande maioria, por 97% (noventa e sete por cento) dos usuários. O posicionamento e o tamanho das figuras receberam um aceite total de 50% (cinquenta por cento) e parcialmente de 33% (trinta e três por cento). Para 80% (oitenta por cento dos alunos) o tamanho da fonte utilizada está adequada e 90% (noventa por cento) relatou que as cores utilizadas são agradáveis (totalmente ou parcialmente).

Na funcionalidade do protótipo, 50% (cinquenta por cento) dos usuários não tiveram dificuldades em navegá-lo, salientando que as opções de ajuda disponibilizadas pelo protótipo na visão de 50% (cinquenta por cento) foi suficiente e 30% (trinta por cento) destacou que foram parcialmente suficiente. Na opinião de 80% (oitenta por cento) dos estudantes as ajudas fornecidas foram, de alguma forma, necessárias.

Apesar de 74% (setenta e quatro por cento) dos estudantes destacarem que a quantidade de problemas é significativa, muitos deles sugeriram que seriam necessários um número maior de problemas.

Nenhum dos usuários encontrou erro proveniente da entrada de dados, resolução de problemas ou ortografia.

Alguns pontos relevantes, na opinião dos estudantes, foram destacados tais como: a relação entre teoria e prática contemplada pelo protótipo; a ajuda na resolução de problemas e a análise dos resultados; os exemplos resolvidos; a praticidade de navegação. Nas palavras de um estudante *“é uma ferramenta fundamental para ajudar na compreensão da matéria. Outro fato interessante é que ele procura mostrar nosso erro, não fornecendo a resposta. Isso é ótimo para visualizarmos o nosso erro”*.

Também foram feitas algumas sugestões a respeito da melhoria do protótipo, tais como a adaptação da resolução de tela conforme o computador utilizado; mais exemplos resolvidos; acréscimo de problemas propostos e aumento do conteúdo programático a respeito de Funções de Várias Variáveis.

Constata-se que na experimentação em que o protótipo foi submetido, este atingiu índices muito bons, tanto em nível ergonômico, funcional e objetividade. Assim, pode-se verificar na prática a adequação do protótipo como um mecanismo de apoio para a aprendizagem do conteúdo de Máximos e Mínimos de Funções de Várias Variáveis.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Cálmax é um protótipo que pode contribuir para aprendizagem de Máximos e Mínimos de Funções de Várias Variáveis para alunos dos cursos de engenharia e áreas afins. Além do mais, ele deve despertar nos alunos sua capacidade de raciocínio, interesse, empenho, percepção e motivação. A motivação de usar o computador é um estímulo à aprendizagem. Esperamos que, a partir dessa motivação juntamente com o uso do Cálmax, os alunos possam conciliar o conteúdo Máximos e Mínimos de Funções de Várias Variáveis com a resolução de problemas.

A experimentação com alunos gerou boas expectativas quanto ao uso do protótipo em sala de aula para auxiliar na resolução de problemas. A interação aluno-computador, mediada pelo professor torna-se uma constante quando este protótipo é usado. Vários alunos mostraram-se motivados com o auxílio da informática no conteúdo em questão, sugerindo que viabilizassem a abordagem de outros conteúdos.

Pode-se observar que o protótipo possibilitou os alunos a revisar o conteúdo de uma maneira diferente da tradicional, possibilitando sanar as suas dúvidas relativas à resolução de problemas. Além disso, como o protótipo “CALMAX” aborda estratégias para auxiliar os estudantes na resolução de problemas de Máximos e Mínimos de Funções de Várias Variáveis, constatou-se que a maioria conseguiu resolver os problemas propostos, relacionando a teoria com a prática.

Convém destacar que novos experimentos deverão ser realizados pois, através deste, constatou-se que existem meios que podem auxiliar professores e alunos no processo de ensino aprendizagem do conteúdo em questão.

Novos desafios deverão ser enfrentados, novas variáveis deverão exigir criatividade e empenho para que sejam adequadamente controladas. Os resultados até aqui obtidos, permitem acreditar que será possível detectar novos meios, a partir das potencialidades encontradas e outras que estruturar-se-ão, para garantir resultados ainda melhores.

6. BIBLIOGRAFIA

CONCEIÇÃO, K. **Um Protótipo para Resolução de Problemas de Máximos e Mínimos de Funções de Várias Variáveis**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GONÇALVES, M. B. & FLEMING, D. M. **Cálculo B – Funções de Várias Variáveis e Integrais Duplas e Triplas**. São Paulo: Makron Books 1999.

KAPPA User’s Guide. IntelliCorp, Inc. Publication Number: KAP 1.2 – UG – MSW2 – 1, May 1991.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. (Trad. Heitor Lisboa de Araújo). Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

POZO, J. I. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. (Trad. Beatriz Affonso Neves). Porto Alegre: ArtMed, 1998.

SIQUEIRA, K.C.; CONCEIÇÃO, K.; GONÇALVES, M.B. Sistema Especialista Educacional IEDer: Desenvolvimento e Experimentação. In: **International Conference on New Technologies in Science Education**. Universidade de Aveiro, Portugal: Aveiro, vol 1. pg 143-152 , 2001.

WENGER, E. **Artificial Intelligence and Tutoring Systems**, Morgan Kaufmann Publishers, Inc. 1987.

***Abstract:** The present paper presents a study about the possible causes of the difficulties faced for the students of Engineering in disciplines of Calculus II, specifically, in the resolution of problems of Maximums and Minimums of Function of Many Variable. The first problem if to overcome is to avoid the mechanical teaching of operations and formula, that future finish being forgotten for the students. The lessons must give emphasis to the problems resolution and be next to the daily one of the students. As the work market demands creative professionals, these need to develop abilities to learn to search information and to understand them to use in the resolution of diverse problems. For this reason, we develop an prototype approaches periods to help pupils in the resolution of problems of Maximums and Minimums Functions of Many Variable, since the majority of the pupils have difficulties in the relationship between the theory and practice. Moreover, described an experimentation of this prototype that classrooms with aim of to verify the efficiency and to make the feedback of the prototype. Also we present the results and conclusions.*

Key-Words : *Learning- teaching, Problems resolution, Computational Tool, Experimentation.*