

O ENSINO DA TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM UM AMBIENTE COMPUTACIONAL INTERATIVO INTEGRADO UTILIZANDO O MAPLE

Arlindo de Almeida Rocha – arsumalu@vm.uff.br

Bruno Ferraz da Silva – ferrazbruno@yahoo.com.br

Elísia Prucolé – prucolé@uol.com.br

Otto Índio do Brasil – ottoindio@hotmail.com

Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal Fluminense.

Rua Passo da Pátria no. 156 – São Domingos – Niterói – RJ. CEP: 24.210-240.

Resumo: *O presente trabalho tem como objetivo apresentar um ambiente computacional interativo e integrado denominado TRANSCAL 1.0, desenvolvido com o intuito de estimular e facilitar o aprendizado em sala de aula e tornar mais amigável o estudo da transferência de calor. É um extenso trabalho de concepção, organização e sumarização de conceitos e procedimentos de transferência de calor em um ambiente computacional integrado usando o software Maple. Através do TRANSCAL 1.0, o aluno tem contato com a teoria dos mecanismos de transferência de calor e as aplicações em um único ambiente, podendo formular e resolver ali mesmo uma série de problemas bem como consultar uma série de problemas resolvidos. Não se trata de um ambiente onde o aluno “entra com dados” e “obtem respostas prontas”. No TRANSCAL 1.0 o aluno faz parte da resolução, participando de cada etapa do problema. O uso desse ambiente interativo na forma de um livro digital “inteligente” deverá proporcionar um melhor aproveitamento dos alunos da disciplina, capacitando-os a interpretar os fenômenos de transferência de calor de forma mais completa e abrangente.*

Palavras chaves: *maple, transferência de calor, ambiente interativo.*

1. INTRODUÇÃO

Como regra geral os métodos de ensino não têm se beneficiado de forma significativa do desenvolvimento tecnológico das ferramentas operacionais, softwares e computadores já utilizados em larga escala no dia a dia da engenharia. Sob este aspecto, softwares como o MAPLE têm grande potencial para melhorar a relação ensino-aprendizado dos cursos de engenharia. Além de possibilitar a solução numéricas dos problemas como a maioria dos softwares convencionais, o Maple tem como característica principal a capacidade de permitir a formulação dos mesmos a partir dos princípios fundamentais e a solução algébrica desses mesmos problemas em um ambiente computacional integrado e interativo, diminuindo o esforço em manipulações algébricas longas e tediosas. Como consequência o aluno é liberando para exercitar e expandir a concepção intelectual dos fundamentos embutidos nos modelos a serem estudados e estimular a sua criatividade no desenvolvimento de modelos mais apropriados para a situação física sem a preocupação com o tratamento matemático e as soluções das equações geradas.

O Maple permite construir uma ponte entre os conhecimentos fundamentais e os conhecimentos aplicados por tornar a matemática uma ferramenta a serviço do engenheiro e não um fim em si mesmo. Com base nestes fundamentos, o Maple tem sido utilizado no Departamento de Engenharia Química da UFF nas disciplinas relacionadas com a modelagem de fenômenos de transporte de maneira geral e especificamente na Transferência de Calor.

O ambiente computacional desenvolvido no Maple denominado TRANSCAL 1.0, apresentado no presente trabalho, é resultado do desenvolvimento e aprimoramento de projetos anteriores de aplicações específicas e individualizadas no estudo de transferência de calor em aletas, na condução de calor em regime transiente e na condução de calor por convecção.

No TRANSCAL 1.0 a transferência de calor é abordada de maneira integrada e interativa permitindo ao aluno estudar, modelar, projetar e analisar os resultados para qualquer situação envolvendo os mecanismos de transferência de calor por Condução, Radiação e Convecção ocorrendo de forma individualizada ou simultaneamente em diferentes geometrias e situações de interesse teórico e prático.

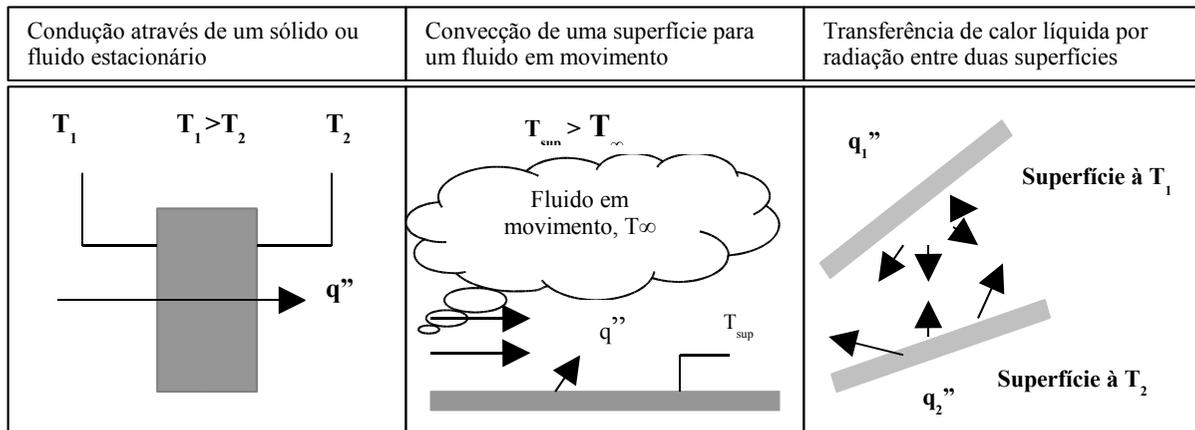


Figura 1 – Modos de transferência de calor: condução, convecção e radiação

2. O APRIMORAMENTO DO ENSINO DE GRADUAÇÃO USANDO O MAPLE

No ensino tradicional da transferência de calor a nível de graduação, quase sempre os professores e até mesmo muitos livros texto apresentam modelos e soluções simplificadas, muitas vezes recorrendo apresentação dessas soluções em gráficos e tabelas para as diversas situações de interesse prático. Este comportamento é, em grande parte, consequência do fato de que as soluções mais elaboradas e mais profundas dependem de um conhecimento de

matemática e métodos matemáticos e numéricos que a maioria dos alunos de graduação quando saem dos cursos básicos ainda não dominam ou, simplesmente, aprenderam a detestar.

Diante desse contexto bastante comum nas nossas universidades e até mesmo nos ambientes profissionais é que a utilização do ambiente computacional usando um software matemático como o Maple permite minimizar esse falso dilema entre teoria e aplicação, integrando em um mesmo ambiente os conhecimentos fundamentais, as soluções algébricas e numéricas das equações do modelo desenvolvido e os resultados desejados na forma analítica ou em gráficos ou tabelas permitindo analisar com facilidade o efeito de diferentes parâmetros nos resultados desejados e até mesmo o impacto das simplificações dos modelos e o seu distanciamento da realidade.

O ambiente computacional interativo baseado em Maple com características didáticas denominado TRANSCAL 1.0 , apresentado no presente trabalho, estimula e facilita o aprendizado necessário para o desenvolvimento dos modelos simbólicos e numéricos para o estudo da transferência de calor de forma ampla e diversificada. Partindo das equações da conservação da quantidade de movimento, da conservação da energia e da conservação da massa a nível microscópico usando os operadores invariantes, o aluno seleciona o sistema de coordenadas adequado para o problema e através da formulação das hipóteses simplificativas. O software efetua essas simplificações nas equações no sistema de coordenadas selecionado e apresenta as equações finais já adaptadas ao caso específico. No caso de ser escolhida uma análise macroscópica ,as equações da conservação na forma macroscópica são simplificadas passo a passo para se adaptar à situação desejada. Na etapa seguinte o aluno seleciona o tipo de condição de contorno ou inicial aplicável e assim está formulado o problema de valor de contorno e inicial que pode ser solucionado de forma simbólica ou numérica pelo Maple. Os resultados finais podem ser apresentados na forma de expressões, gráficos bidimensionais e tridimensionais com ou sem animação ou mesmo em tabelas. Cabe destacar que todos esses passos são acompanhados pelo usuário do TRANSCAL 1.0 de forma interativa e participativa. Não se trata de um simulador em que somente são conhecidas as entradas e as saídas. O usuário tem acesso a todo o conhecimento e todas as etapas envolvidas no equacionamento e na solução, com exceção das rotinas proprietárias do Maple referentes a alguns dos seus métodos matemáticos e numéricos empregados.

Do ponto de vista didático a nossa experiência tem mostrado que a aplicação do software matemático Maple tem possibilitado uma melhor compreensão dos fundamentos pelo aluno e ampliado a sua compreensão no que tange ao conhecimento do conteúdo teórico e que o aluno perde o medo de experimentar as suas idéias e verificar se os resultados correspondem a realidade ou não e a partir disso reformular os conceitos.

A principal contribuição do TRANSCAL 1.0 é a proposta de um conjunto de sessões interativas que são tratadas e ministradas de forma didática e motivadora visando o aproveitamento das potencialidades do software Maple em conjunto com o ambiente de transferência de calor . Com o TRANSCAL 1.0 , estamos certos de que o uso da informática no ensino da engenharia não estará criando uma geração de "pilotos de software" mas trazendo muitos benefícios para o estudante, ao estimular o seu senso crítico e permitir uma agregação de conhecimentos cada vez mais ampliada durante o seu processo de formação acadêmica.

3. A TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM UM AMBIENTE COMPUTACIONAL INTERATIVO USANDO O TRANSCAL 1.0

O Maple difere da maioria dos softwares utilizados atualmente na medida em que é capaz de realizar computação algébrica, permitindo a manipulação algébrica de expressões que envolvem símbolos, variáveis e operações simbólicas . Desta forma é possível resolver problemas obtendo soluções analíticas, em diversas áreas. Adicionalmente, o Maple possui também um completo acervo de algoritmos para a solução numérica dos problemas se assim for o caso. Outro recurso que merece destaque é o da programação em que o Maple pode ser

programado de maneira relativamente simples porém muito poderosa que permite a construção de rotinas (procedures) adaptadas aos interesses específicos de cada usuário. A grande vantagem do Maple sobre os simuladores é que se pode acompanhar o processo de solução passo a passo com uma visão crítica e de forma participativa, o que enfatiza a sua aplicação como software didático.

O Maple possui ainda um poderoso editor de textos que permite criar documentos convencionais e em hipertexto que podem incorporar conjuntamente o texto e as equações na sua forma simbólica, possibilitando a edição de um "livro digital inteligente". O TRANSCAL 1.0, descrito a seguir, apresenta a montagem de um ambiente computacional interativo utilizando o software Maple, tendo como objetivo facilitar a o aprendizado e a análise da transferência de calor por alunos em nível de graduação e também por profissionais da área de engenharia. Trata-se de um hipertexto ativo consistindo de um ambiente computacional interativo em que o usuário pode partir de conceitos mais fundamentais, obter a solução analítica dessas equações, culminando com as aplicações da teoria apresentada.

O ambiente desenvolvido para a transferência de calor, contempla todos os tópicos da área de transferência de calor, iniciando com a condução unidimensional e bidimensional em regime estacionário e transiente, passando à convecção natural e forçada em escoamentos exteriores e interiores, incluindo a condensação e a ebulição e culminando com a radiação de calor envolvendo superfícies negras e cinzentas. É como se fosse um livro ou manual de transferência de calor só que interativo. Além de conter todas as informações, dados e equações relacionadas com a transferência de calor, contém ainda todo o conhecimento necessário para formular e solucionar os problemas. O usuário tem contato direto e imediato com toda a teoria da transferência de calor e as suas aplicações em um único ambiente computacional, podendo formular e resolver ali mesmo uma série de problemas bem como consultar uma série de problemas resolvidos. A título de exemplo, no caso específico da convecção de calor, o software desenvolvido contém as correlações necessárias para o cálculo do coeficiente de película em inúmeras geometrias, bem como um banco de dados com as propriedades termofísicas dos principais fluidos. Cabe ressaltar que não se trata de um ambiente típico de um "simulador" onde o usuário "entra com dados" e ou "fluxogramas" e "obtem respostas prontas". A expectativa com a utilização desse ambiente interativo globalizado na forma de um "livro digital inteligente" é que o mesmo possibilite ao estudante e até mesmo ao profissional uma análise mais completa, rigorosa e com profundidade da transferência de calor em diferentes situações de interesse prático e teórico sem os empecilhos das manipulações matemáticas.

O ambiente desenvolvido é estruturado em módulos, onde por meio de um menu principal o usuário seleciona o módulo desejado e pode selecionar e acompanhar todos os passos necessários para a formulação dos problemas de transferência de calor e obtenção das soluções desejadas. A figura 1 apresenta a tela do menu principal, onde cada módulo pode ser acessado clicando sobre o botão de + a esquerda do módulo desejado. Com isso é aberta uma árvore de possibilidades que podem ser selecionadas e acessadas.



Figura 2 –Tela inicial do ambiente TRANSCAL 1.0

4. A CONDUÇÃO DE CALOR NO TRANSCAL 1.0

No ambiente de condução de calor, os problemas de condução estacionária são gerados a partir das equações gerais da conservação de energia em coordenadas cartesianas cilíndricas ou esféricas e particularizadas para a situação desejada e posterior definição das condições de contorno usuais. Quando o problema gera uma equação diferencial ordinária, o Maple é usado para resolver o problema, possibilitando a geração de gráficos ilustrativos que permitirão melhor visualização da variação de temperatura com o espaço, em um dado sistema em estudo. O ambiente TRANSCAL 1.0 permite que o aluno trabalhe na geometria desejada, em sistemas com ou sem geração interna de energia, com diversos tipos de condições de contorno.

No caso de aletas, o problema é gerado a partir da equação geral da distribuição de temperaturas em aletas unidimensionais, particularizadas para a geometria considerada através da definição das áreas de condução e convecção. Com a introdução das condições de contorno usuais para aletas, o Maple é usado para obter a solução do problema de valor de contorno determinando a distribuição de temperaturas na aleta e determinando também todos os parâmetros necessários tais como eficiência e fluxo de calor. O ambiente permite ainda estudar superfícies aletadas para aletas de qualquer forma geométrica, sejam elas de secção uniforme ou não, sem preocupações maiores com a solução das equações.

Nos problemas bidimensionais a condução é descrita por uma equação diferencial parcial e condições de contorno. A solução deste tipo de problema envolve, com certa frequência, séries e funções matemáticas complexas. No TRANSCAL 1.0 a solução destes problemas é obtida passo a passo utilizando o método de separação de variáveis, desenvolvido especificamente para o TRANSCAL 1.0 usando os procedimentos algébricos do Maple. O TRANSCAL 1.0 oferece também a alternativa de utilização do Método dos Fatores de Forma cujas expressões analíticas para diferentes situações podem ser utilizadas pelos usuários se assim o desejarem.

No caso da condução transiente, o TRANSCAL 1.0 ambiente executa uma avaliação das condições do problema em estudo com o objetivo de verificar a validade do Método da Capacitância Global, isto é, avaliar se os efeitos espaciais devem ou não ser levados em consideração. Caso os efeitos espaciais não sejam um modelo macroscópico do transiente é particularizado e a solução é obtida pelo Maple. Caso os efeitos espaciais tenham de ser considerados, o TRANSCAL 1.0 usa o método de separação de variáveis para obter a solução do problema de valor de contorno e inicial em coordenadas cartesianas, cilíndricas e esféricas no caso de domínios finitos. Para os problemas de domínios semi-infinitos a solução é obtida pelo Maple usando a transformação de Laplace no tempo, na qual o software gera a solução da equação diferencial ordinária no espaço de Laplace e determina posteriormente a transformada inversa para o espaço original. Sendo assim, não é necessário usar nem gráficos nem tabelas pois as soluções são obtidas diretamente usando o potencial de métodos analíticos do Maple. Vale ressaltar que existe ainda a possibilidade de obter soluções numéricas de algumas equações parciais lineares e não lineares que o Maple pode resolver através de uma procedure específica para esse fim..

5. A CONVECÇÃO DE CALOR NO TRANSCAL 1.0

Nesse caso o ambiente fornece a possibilidade de reproduzir as soluções analíticas e numéricas à partir das equações geradas pela particularização das equações gerais da conservação, tais como a solução de Blasius para a camada limite para uma placa plana e a determinação dos coeficientes locais de transferência de calor; o perfil de temperaturas para regiões de escoamento laminar em tubos circulares; coeficientes para escoamento livre laminar em superfície vertical entre outros. Todas essas soluções são obtidas passo a passo. O TRANSCAL 1.0 possui também um grande número de correlações empíricas para o cálculo do coeficiente de transferência de calor por convecção, envolvendo as geometrias e situações mais diversas que tem aplicação em engenharia como, por exemplo: análise dos efeitos de turbulência, convecção livre laminar em uma placa vertical, convecção livre laminar e turbulenta em placas horizontais e inclinadas, convecção livre laminar e turbulenta em um Cilindro longo, convecção livre laminar e turbulenta em esferas, convecção livre laminar em canais formados por placas paralelas, convecção livre laminar em cavidades, convecção livre laminar e turbulenta em cilindros concêntricos e esferas concêntricas. Nos problemas de transferência de calor usualmente necessitamos utilizar o valor de propriedades termofísicas dos fluidos. É sabido que essas propriedades dependem da temperatura, sendo portanto impreciso avaliar as referidas propriedades, por exemplo, à uma temperatura média, ou manualmente a partir de um gráfico. Para uma avaliação precisa é necessário o conhecimento da funcionalidade dessas propriedades em relação à temperatura. Para tanto foi desenvolvido um banco de dados de propriedades termofísicas pertinentes e, através de um ajuste por “splines”, mínimos quadrados ou polinomiais, é determinada uma relação funcional mais precisa a ser usada nos cálculos posteriores. Existe uma integração do módulo de convecção com os outros módulos. Pode-se recorrer a esse módulo, quando é necessário avaliar o coeficiente de película nos cálculos de condução ou radiação. O Exemplo 8.1 ilustra esse fato.

6. A EBULIÇÃO/CONDENSAÇÃO NO TRANSCAL 1.0

Nesse módulo são apresentadas e aplicações de correlações para a ebulição em piscina, avaliação de regimes de ebulição, ebulição com corrente forçada, condensação laminar em placa vertical, condensação em película turbulenta, condensação em sistemas radiais, condensação no interior de tubos. Esse módulo inicialmente estava mantido junto ao módulo de convecção. De modo a fornecer a mesma seqüência de conteúdos dos livros didáticos esse conteúdo agora constitui um módulo à parte. Como nos outros módulos, existe integração entre

os pacotes, sendo possível o uso de coeficientes de ebulição ou condensação em cálculos de condução ou radiação.

7. A RADIAÇÃO NO TRNASCAL 1.0

É uma prática muito comum não se considerar os efeitos da transferência de calor por radiação nos problemas de engenharia com o intuito de tornar os problemas mais simples matematicamente. Essa prática pode levar a sérios erros de avaliação. Para tornar a radiação mais amigável, no TRANSCAL 1.0 existe uma tabela de fatores de forma de radiação para várias geometrias, a partir das suas expressões analíticas para esses fatores de forma e que são avaliados numericamente se o usuário assim o desejar para uma dada geometria. Na determinação dos fatores de forma para uma dada configuração geométrica especificada pelo usuário, este poderá usar essa tabela de fatores de forma básicos acoplada com as propriedades dos fatores de forma do envólucro, da adição e da reciprocidade, também existentes no TRANSCAL1.0. Dessa forma todos os fatores de forma necessários para avaliar a transferência de calor radiante entre superfícies negras e cinzentas podem ser determinados sem grande esforço. Para o caso de superfícies cinzentas o TRANSCAL 1.0 utiliza o Maple para obter a solução analítica ou numérica do sistema linear gerado para determinar as radiosidades das superfícies cinzentas. Finalmente são determinados os fluxos de calor entre as superfícies da configuração em análise. Novamente, ressaltamos a possibilidade de integração do módulo de radiação com os outros módulos do TRANSCAL 1.0.

8. EXEMPLOS DE APLICAÇÕES

8.1 Exemplo 1:

Neste exemplo o aluno se depara com um problema de condução de calor em regime transiente (a temperatura varia com as dimensões características e com o tempo).

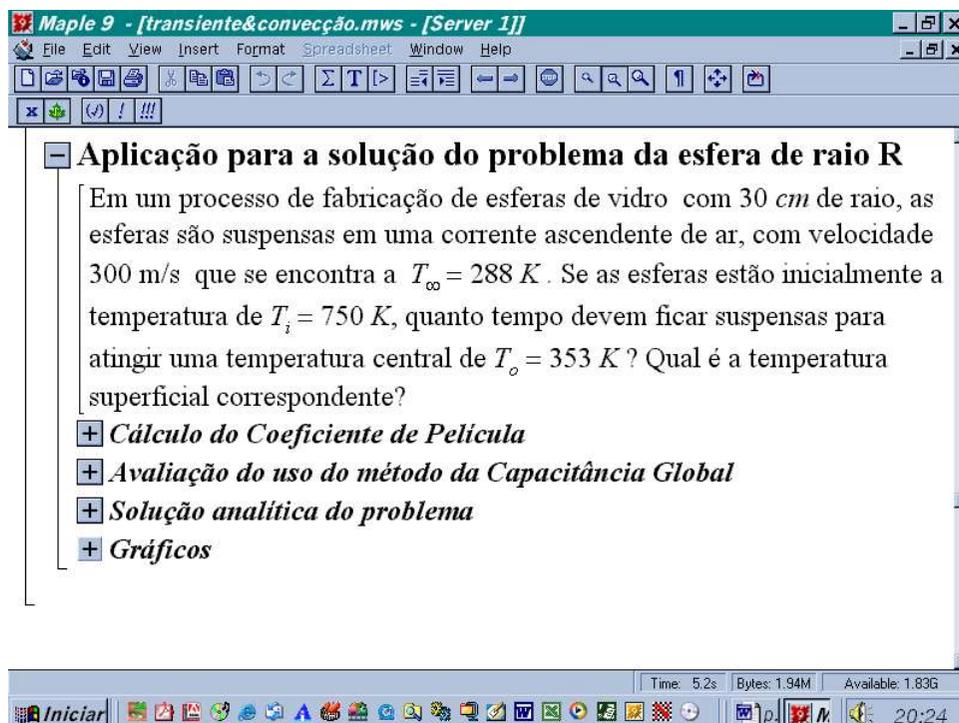


Figura 3 – Apresentação do exemplo 8.1

Para essa aplicação é necessário avaliar o coeficiente de transferência de calor por convecção, calculado em outro módulo.

```

Maple 9 - [transiente&convecção.mws - [Server 1]]
File Edit View Insert Format Spreadsheet Window Help
alpha(x) := (.2308589536e-16*x^4-.8416076554e-13*x^3+.2121553672e-9*x
^2+.2005264635e-7*x+.7472654440e-7)*10^(-6);
alpha(519) = 0.5753790013 10^-10
Ajuste do Número de Prandtl:
Pr(x) := (.3254098409e-13*x^4-.2222450492e-9*x^3+.4682853903e-6*x^2-.
3655293588e-3*x+.7912849031);
Pr(519) = 0.6990045162
T[infinity] := 288:T[i] := 750:T[o] := 353:V:=300:
Reynolds[D] := (2*R*V*rho(x))/mu(x);
Reynolds_D = 0.4414351054 10^7
NusseltM[D] := 2+(0.4*Reynolds[D]^(1/2))+Reynolds[D]^(2/3))*Pr(x)^0.4;
NusseltM_D = 24048.89933
h := k(x)*NusseltM[D]/(2*R);
h = 1.538243226
Avaliação do uso do método da Capacitância Global
Bi := proc(h,Lc,k)
local Bi;
Bi := h*Lc/k;
if Bi < 0.1
then print(Biot= evalf(Bi))

```

Figura 4 – Cálculo do Coeficiente de película

Em seguida é avaliada a possibilidade de resolução do problema por um método aproximado (capacitância global). Nesse caso o método não é válido, sendo necessária a resolução analítica.

```

Maple 9 - [transiente&convecção.mws - [Server 1]]
File Edit View Insert Format Spreadsheet Window Help
h := k(x)*NusseltM[D]/(2*R);
h = 1.538243226
Avaliação do uso do método da Capacitância Global
Bi := proc(h,Lc,k)
local Bi;
Bi := h*Lc/k;
if Bi < 0.1
then print(Biot= evalf(Bi),
`logo método da capacitância global é válido`)
else print(Biot= evalf(Bi),
`logo método da capacitância global é inadequado`) fi
end:
Bi (1.538243226,0.3,1.4);
Biot = 0.3296235484, logo método da capacitância global é inadequado
+ Solução analítica do problema
+ Gráficos

```

Figura 5 – Avaliação do uso do método da capacitância global

O programa gera as séries de Fourier específicas para a situação.

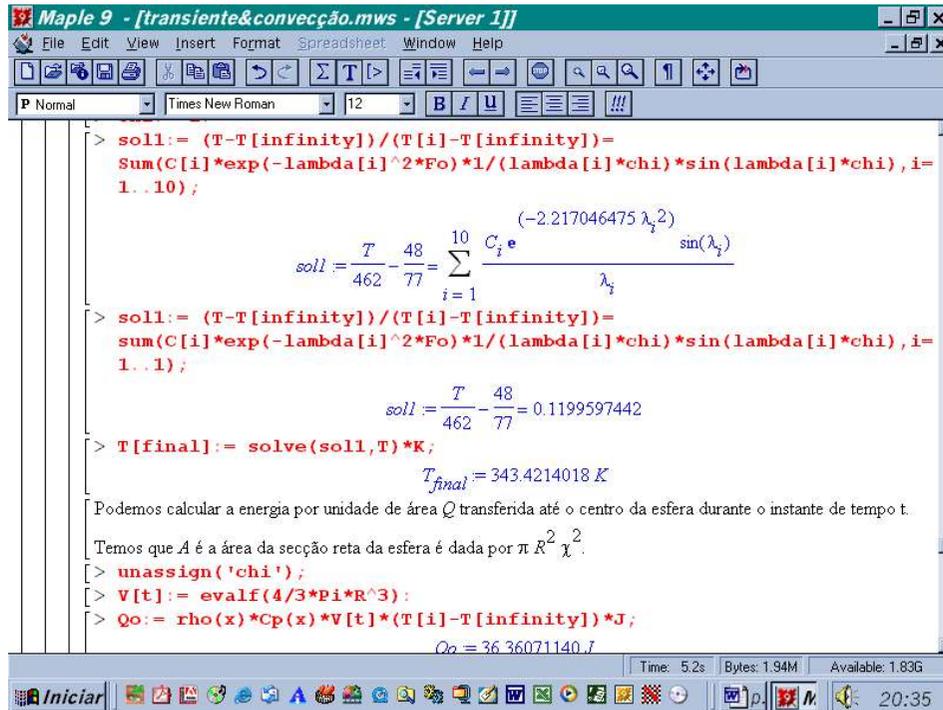


Figura 6 – Séries de Fourier geradas pelo software

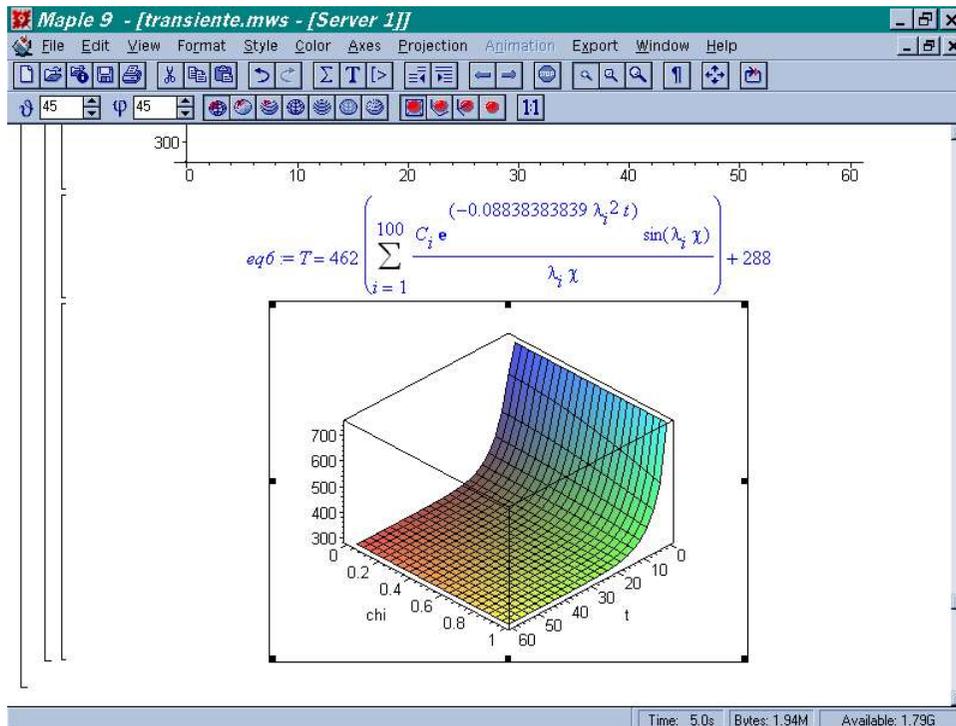


Figura 7 – Resultados apresentados graficamente

8.2 Exemplo 2: convecção livre em cilindro horizontal com temperatura uniforme

O aluno pode consultar o banco de dados de **correlação empíricas** no próprio texto de **CONVECÇÃO LIVRE**, podendo utilizar outras correlações, comparando os resultados.

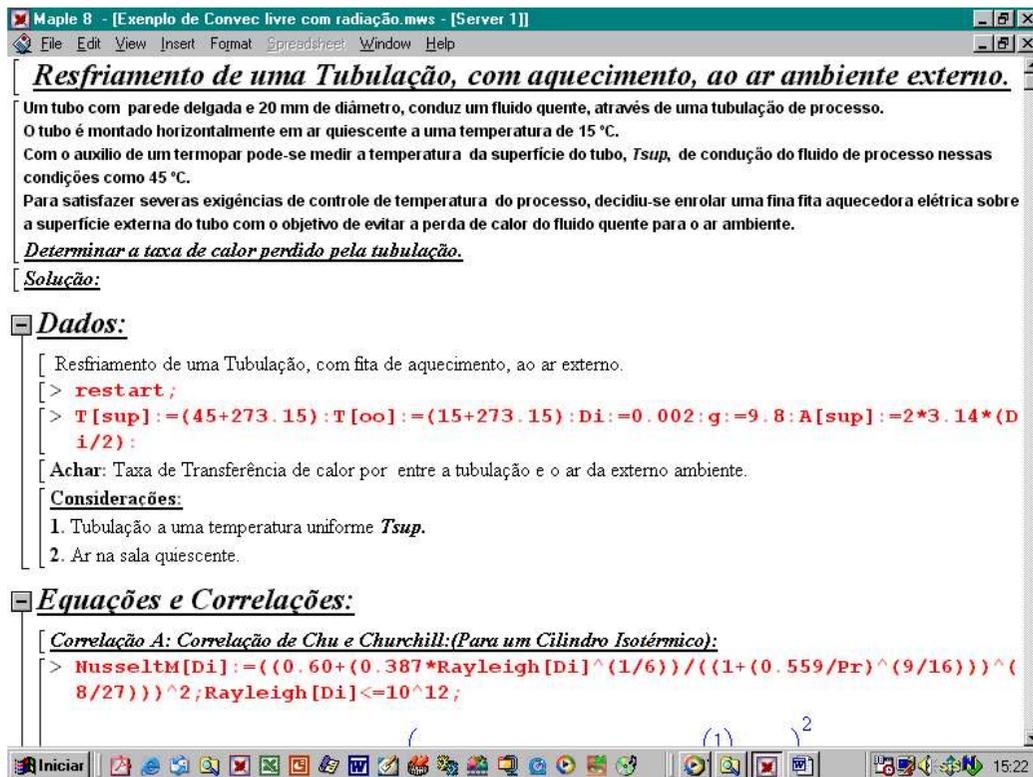


Figura 8 – Apresentação do exemplo 8.2

O aluno se depara com a necessidade de retirar os dados de propriedades físicas de alguma tabela. Para facilitar a utilização desses dados apresentamos uma série de polinômios que interpolam os dados fornecidos pelo livro texto para algumas substâncias. O aluno pode consultar um *hyperlink* no próprio texto do ambiente onde encontrará a metodologia de ajuste estatístico usada para interpolar os dados, podendo utilizá-la para a resolução de outros problemas no futuro, sendo que ele mesmo poderá interpolar dados para outras substâncias. Na "Figura 9" é apresentado um gráfico que permite ao aluno verificar com se comporta, por exemplo, o coeficiente de película h (ordenada do gráfico, em W/m^2K) quando aumenta-se a temperatura da superfície T_{SUP} (abscissa do gráfico, em K):

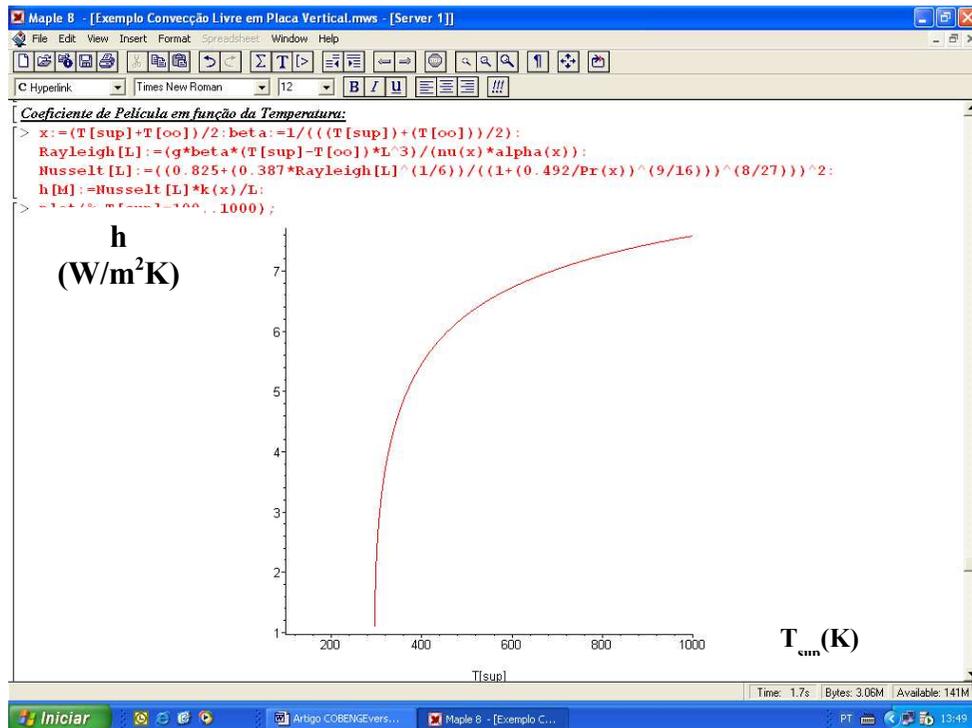


Figura 9 – Variação do coeficiente de película h (ordenada do gráfico, em $\text{W/m}^2\text{K}$) em função da temperatura da superfície T_{SUP} (abscissa do gráfico, em K):

9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho apresentou exemplos de uso do software de computação simbólica MAPLE para a resolução de problemas envolvendo Transferência de Calor. A resolução matemática das equações e obtenção de propriedades físicas é, em geral, uma tarefa cansativa e tediosa e não fornece ao aluno um entendimento claro do mecanismo envolvido no problema em estudo. Através da metodologia didática proposta, esta resolução é feita de maneira relativamente simples e interativa através do uso do software. Como consequência, o aprendizado é fortemente favorecido uma vez que os alunos são capazes, através da visualização dos resultados, de compreender com facilidade o mecanismo envolvido no processo. Vale lembrar que esta metodologia foi aplicada, até a presente data, apenas experimentalmente e que resultados mais detalhados desta aplicação serão objeto de trabalhos futuros. Futuramente, com base nas contribuições dos alunos e usuários do software, desenvolveremos o TRANSCAL 2.0.

5. REFERÊNCIAS

Waterloo Maple Inc., <http://www.maplesoft.com/>.

Gonnet, Grunz , "Algebraic Manipulation Systems", *Encyclopedia of Computer Science and Engineering*, 3 rd Ed., Van Nostrand Reinhold, 1991.

André R. Muniz , Lígia D. F. Marczak , **Uso do software Maple no ensino de Transferência de Calor, artigo apresentado no COBENGE 2001**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Química

F. P. Incropera e D. P. De Witt, **Fundamentos da Transferência de Calor e de Massa**, LTC: 1996, p.494.

ABEL, M. L.; *et al.* **MAPLE V by Example** New York: Academic Press, 1999

BIRD, R. B.; *et al.* **Transport Phenomena** New York: John Wiley & Sons, 1960

BOAS, L. M. **Mathematical Methods in the Physical Sciences** New York: John Wiley & Sons, 1983

GEBHART, B. **Heat Conduction and Mass Diffusion** Singapore, McGraw-Hill, 1993

HECK, A. **Introduction to Maple** New York: Springer-Verlag, 1993

Arlindo de A. Rocha, Bruno Ferraz da Silva, **Ambiente Computacional Interativo Para Ensino Da Transferência De Calor, artigo apresentado no COBENGE 2003**, Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia química.

EDUCATION Of the TRANSFERENCE OF HEAT IN An INTERACTIVE COMPUTATIONAL ENVIRONMENT INTEGRATED USING the MAPLE

Abstract: The present work has as objective to present an interactive and integrated computational environment called TRANSCAL 1.0, developed With intention to stimulate and to facilitate the learning in classroom and to become friendlier the study of the heat transference. It is an extensive work of conception, organization and sumarization of concepts and procedures of transference of heat in a computational environment integrated using Maple software. Through TRANSCAL .,0, thepupil has contact with the theory of the mechanisms of heat transference and the applications in an only environment, being able to formulate and to decide there same a series of problems as well as consulting a series of decided problems. One is not about an environment where the pupil "enters with data" and "he gets ready answers". In TRANSCAL 1.0 the pupil is part of the resolution, participating of each stage of the problem. The use of this interactive environment in the form of "intelligent" a digital book will have to provide one better exploitation of the pupils of disciplines, enabling them to interpret it the phenomena of transference of heat of more complete and including form.

Words keys: *maple, transference of heat, interactive environment..*