

ENSINO DA TRANSFERÊNCIA DE CALOR NOS CURSOS DE ENGENHARIA – UMA ABORDAGEM INOVATIVA

João Carlos Martins Coelho – jcmcoelho@maua.br

Escola de Engenharia Mauá

Praça Mauá, 1

CEP: 09580-900 – São Caetano do Sul – São Paulo

Marco Antonio Soares de Paiva – marco.paiva@maua.br

Alex Huerta – alexsh@maua.br

Resumo: *O tópico de transferência de calor e massa integra a grade curricular de uma extensa gama de cursos de engenharia, quer em disciplinas com esta própria denominação, quer em outras, que englobem o assunto. Seu aprendizado exige conhecimentos de cálculo, capacidade para entendimento de fenômenos físicos e para desenvolvimento de raciocínio abstrato. É um dos principais assuntos do dia a dia da engenharia e há forte correlação entre a teoria vista no curso de graduação e a prática na vida profissional de alguns setores da engenharia, em que se requer o projeto e a operação de equipamentos e instalações. Embora esteja atualmente disponível grande quantidade de material didático, observa-se que o conteúdo da literatura extrapola os requisitos médios de muitos cursos de engenharia. Dessa forma, há de certa forma uma demanda de aprimoramento pedagógico no tema, em que sejam apresentados conceitos de forma objetiva, acessível ao aluno e com o rigor necessário à solução dos problemas tradicionais da engenharia básica. Este trabalho propõe uma metodologia de apresentação da transferência de calor e massa voltada para cursos de graduação de engenharia. Toma como referência o tópico da equação geral de condução de calor. A metodologia baseia-se na utilização de transparências encadeadas e estruturadas que aproximam o aluno da essência do conteúdo programático. Tal metodologia tem se mostrado eficaz, tornando o aprendizado mais atrativo e produzindo adicionalmente a desmistificação de que o assunto seja de difícil compreensão.*

Palavras-chave: *transmissão de calor, equação da condução, didática, aprendizado*

1. INTRODUÇÃO

O ensino e o aprendizado da disciplina tradicionalmente denominada transferência de calor apresenta um conjunto amplo de dificuldades, embora uma grande quantidade de material didático de excelente qualidade esteja disponível. Dentre as obras tradicionalmente utilizadas no Brasil tem-se, por exemplo, KREITH & BONHN (2003), ÇENGEL (2009), INCROPERA & DEWITT (2008). Todas estas referências têm a característica de abordarem o assunto de forma ampla, buscando cobrir todos os aspectos que possam ser considerados pelos professores ao prepararem e ministrarem seus cursos. A extensão por vezes exagerada do assunto abordado evoca questionamentos sobre se essa opção é a melhor para os professores, os alunos, ou para a comunidade produtiva. Sabe-se que alguns dos limitantes tradicionais ao aprendizado são: o tempo disponível pelo aluno para se dedicar ao estudo, a limitada capacidade de o aluno médio ler textos longos, compreendê-los e absorver o seu

conteúdo, os conhecimentos matemáticos requeridos para o conhecimento e aplicação dos conceitos aprendidos e a dificuldade atual de uma parte considerável dos alunos se concentrarem em textos por longos períodos em sua busca de conhecimento. Neste contexto, os materiais didáticos extremamente amplos não são, muitas vezes, considerados bons do ponto de vista do aluno que, por motivos vários, não consegue utilizá-los adequadamente. Assim, verifica-se a necessidade pedagógica de buscar uma efetiva aproximação entre o aluno e a disciplina ora em foco (considerada árida por muitos) por meio de apresentações claras e concisas, e que possam se constituir em material de consulta rápida. Esta característica permite o estudo extraclasse sem a participação direta do professor e pode, paralelamente, estimular o uso dos livros textos, uma vez que o material nestes apresentados fica agora de mais fácil compreensão.

2. ABORDAGEM INICIAL AO APRENDIZADO DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

O ensino de transferência de calor deve se dar, preferencialmente, após o aluno ter cursado a disciplina de Termodinâmica. Nesta disciplina fica claramente estabelecido que o termo calor se refere a uma interação entre dois sistemas com temperaturas diferentes e que se constitui, juntamente com o trabalho, em um mecanismo de transferência de energia. Além disso, fica também claramente conceituado no curso de termodinâmica que calor não é algo que possa ser “transferido”. Ou seja, ao estudar termodinâmica, o aluno deve ter consolidado o conceito de que ao observar a grandeza calor, o que se observa efetivamente é o transporte de energia através de uma fronteira devido à existência de uma diferença de temperaturas. Assim, depara-se inicialmente com a dificuldade conceitual de esclarecer que será estudada a transferência de algo que não pode ser transferido. Um meio que contribui para melhorar a compreensão é declarar inicialmente que o objetivo do curso é estudar processos de “transferência de energia por calor” deixando absolutamente clara a importância da palavra energia.

Entende-se, também, que existe a necessidade fundamental de esclarecer, no início do curso, que o estudo da transferência de calor está profundamente associado ao termo calor - ou taxa de calor - presentes nas formulações matemáticas da primeira lei da termodinâmica. Essa evocação tem o objetivo de destacar como os conceitos já aprendidos se entrelaçam com aqueles a serem agora apresentados.

Paralelamente, deve ser observado que o uso de material muito abrangente pode criar dificuldades adicionais para o aprendizado que, aliadas àquelas naturalmente inerentes ao assunto de transferência de energia por calor, têm causado ao longo do tempo uma mistificação da disciplina que, por si só, introduz barreiras adicionais ao aprendizado.

Neste contexto, lembrando que o conceito de livro impresso remonta ao período pré-digital, verifica-se a necessidade de criação de mecanismos e abordagens didáticas que sobrepujem as barreiras tradicionais, proporcionando maior efetividade no ensino da disciplina.

3. O USO DE APRESENTAÇÕES EM POWERPOINT

O uso de apresentações em PPT apresenta como vantagem fundamental dispor-se de material didático organizado e sistematizado que pode e deve ser colocado à disposição do aluno, na forma digital, previamente à sua abordagem em aula. Isso permite que o aluno tenha o material impresso em papel ou armazenado digitalmente, por exemplo em *tablets*, para acompanhamento da aula e para o registro e anotações específicas. Quando preparada adequadamente, a transparência deve se transformar em material de apoio ao estudo e que, pela sua simplicidade e densidade, faz referência a uma grande quantidade de informações, as quais, quando complementadas com notas adicionadas pelo aluno, torna-se vetor de

aprendizado fundamental e, em muitos casos, documento parcialmente substitutivo de livros textos. Deve-se notar que, pela sua modernidade digital, a apresentação se afasta do papel e se aproxima do aluno, elemento que, na atualidade, é fortemente vinculado ao mundo digital, tornando a visualização do seu conteúdo mais direta e mais palatável.

Não obstante, para que o papel da apresentação extrapole o seu uso apenas em sala de aula, ela deve ser elaborada com certos cuidados mínimos.

4. ABORDAGEM ESPECÍFICA DO ENSINO DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR CONDUÇÃO

4.1. Apresentação da equação da condução

A equação da condução é usualmente desenvolvida a partir da aplicação da primeira lei da termodinâmica para um sistema, conforme ilustrado na Figura 1. A partir desta figura, que é essencialmente uma transparência elaborada em “powerpoint”, seguem-se outras, tais como a apresentada na Figura 2.

A Figura 1 é essencialmente a primeira transparência de uma sequência destinada à apresentação da equação da condução. Nela está incorporado o conceito de que, na projeção de uma transparência, o aluno deve deparar-se com um conteúdo o mais focado possível, encerrando um raciocínio completo, que, por sua vez, deve propiciar um padrão mental de cognição que insira o conteúdo atual no contexto do assunto geral tratado. No caso particular da Figura 1, a ligação com a próxima etapa está na informação de que serão avaliadas taxas de energia transferidas.

Fenômenos de Transporte – Transmissão de calor – TC02

A equação da condução

Aplicando a 1ª lei da termodinâmica:

$$\dot{E} = \dot{Q}_e - \dot{Q}_s + \dot{E}_g$$

Avaliaremos as taxas de energia transferida por condução do meio para o sistema do sistema para o meio.

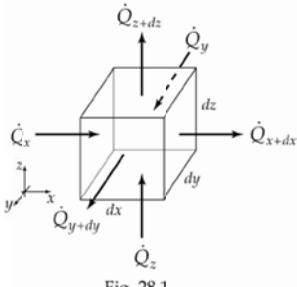


Fig. 28.1

2

Figura 1 - Equação da condução – início

A transparência seguinte, Figura 2, conecta-se com a anterior pela reapresentação do resultado da aplicação da primeira lei da termodinâmica, livrando o professor da reapresentação de resultado já obtido anteriormente e proporcionando ao aluno o início de um novo raciocínio que, embora ligado ao anterior, evoca o valor da taxa de energia adicionada por calor ao elemento de volume diferencial, um dos termos da equação recuperada da transparência anterior. Complementarmente, induz ao raciocínio que se segue, ou seja, a avaliação da taxa de energia subtraída por calor do elemento de volume.

Fenômenos de Transporte – Transmissão de calor – TC02

A equação da condução

$$\dot{E} = \dot{Q}_e - \dot{Q}_s + \dot{E}_g$$

Taxa de transferência de energia por calor do meio para o sistema:

$\dot{Q}_x$: taxa na direção x;

$\dot{Q}_y$: taxa na direção y; e

$\dot{Q}_z$: taxa na direção z.

Podemos, então, afirmar que: $\dot{Q}_e = \dot{Q}_x + \dot{Q}_y + \dot{Q}_z$

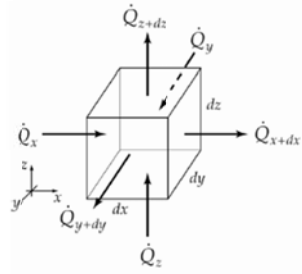


Fig. 28.1

3

Figura 2 – Segunda transparência

Observa-se que o processo de interconexão entre transparências, pela reapresentação de uma informação da transparência anterior, adquire importância maior na medida em que pode ser explorado pelo professor para dar unidade, amplitude e interconexão a análises aparentemente independentes contidas em cada transparência. Esta proposição é fundamental na medida em que este procedimento de apresentação da teoria segmenta um raciocínio amplo, que encerra certa complexidade, em raciocínios mais curtos, mais facilmente compreendidos.

A Figura 3 é a transparência que aparentemente encerra a apresentação da equação da condução. Mesmo tendo compreendido adequadamente o seu desenvolvimento, vendo esta transparência, é provável que neste ponto o aluno se questione: “- E agora? Isto é muito difícil!”, “- Como eu vou fazer para usar uma equação tão complicada?”, “- Eu não sei resolver isto” e assim por diante. Neste momento deve ser destruída a visão da complexidade, que é correta, mas momentaneamente improdutiva, pois a equação pode sofrer várias simplificações, conforme ilustrado na Figura 4.

A equação da condução

Reverendo:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \dot{Q}''' = \rho c_p \frac{\partial T}{\partial t}$$

que é a equação da condução em coordenadas cartesianas.

Sob a hipótese de que a condutibilidade térmica, k , é constante:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{\dot{Q}'''}{k} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$$

Nesta equação: $\alpha = k/\rho c_p$ = difusividade térmica.

A difusividade térmica é uma propriedade do material.

7

Figura 3 – A equação da condução

A equação da condução

Equação da condução para condutibilidade térmica constante:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{\dot{Q}'''}{k} = \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t}$$

Se o processo for estacionário:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{\dot{Q}'''}{k} = 0$$

Se o processo for estacionário e sem geração:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0$$

Se o processo for estacionário, sem geração e unidimensional:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0$$

8

Figura 4 – Simplificação da equação da condução

A Figura 4 encerra mais uma vez o seguinte conjunto de conceitos: o resultado obtido anteriormente é reapresentado e o processo de simplificação é escalonado, baseado em hipóteses claras. A cada simplificação repete-se o conjunto de hipóteses anteriormente apresentado, adicionando uma a uma e produzindo, ao final, uma equação diferencial de aplicação imediata para o caso de transferência de energia por calor através de uma placa plana infinita.

Esta transparência deve conduzir o aluno a aceitar o fato de que a complexidade do assunto, embora grande, pode ser reduzida a níveis aceitáveis que permitam a realização de avaliações de transferência de energia adequadamente aplicáveis em problemas reais de engenharia. Cabe neste momento ao professor ilustrar as possíveis aplicações, referindo-se, por exemplo, a fornos industriais, estufas, refrigeradores e outros.

4.2. A solução da equação de condução de condução para placa plana

A apresentação da solução da equação de condução para placa plana deve ser precedida de comentários sobre a necessidade e aplicabilidade de condições de contorno ou de condições iniciais específicas como as ilustradas na Figura 5.

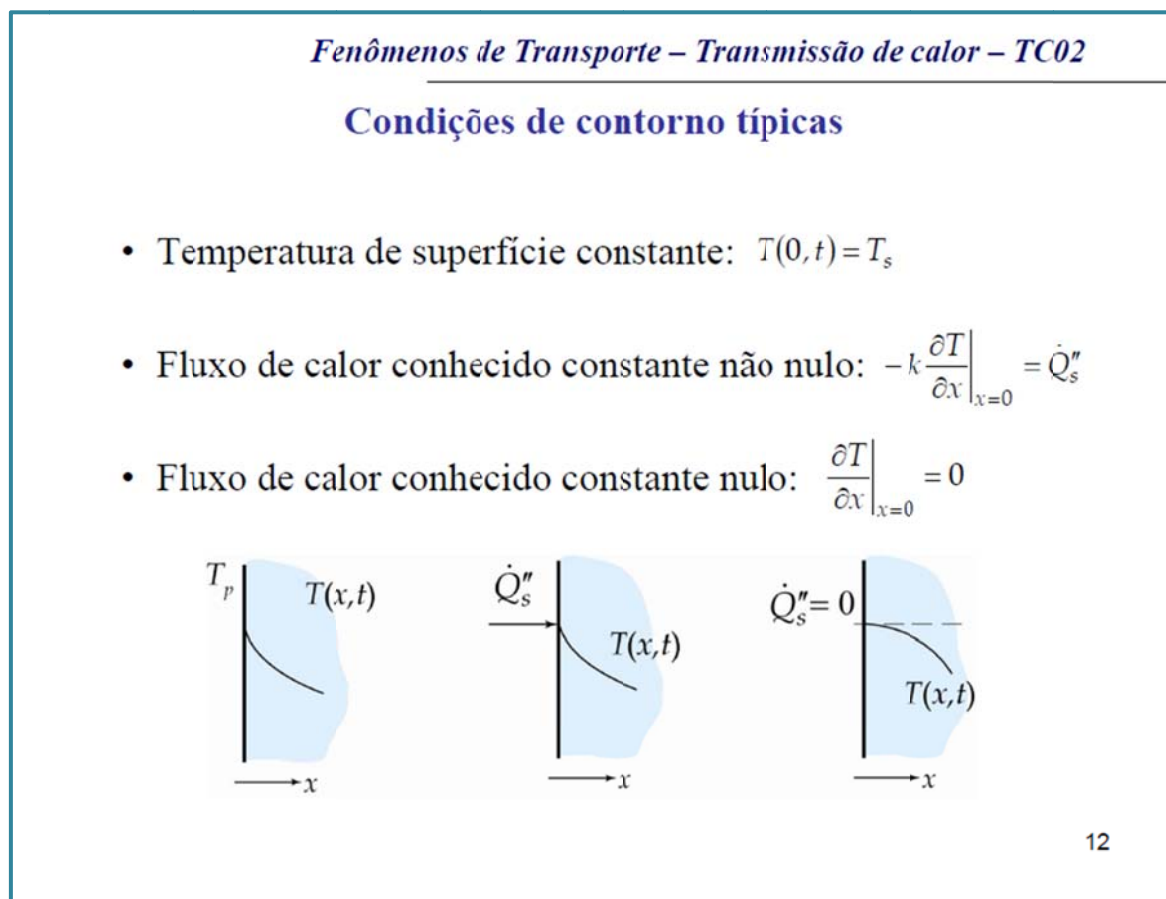


Figura 5 – Condições de contorno

Mais uma vez, o professor deve destacar a simplicidade das condições de contorno típicas tradicionalmente utilizadas. Tendo apresentado as condições de contorno típicas, procede-se com a apresentação da solução inicial para placa plana infinita ilustrada na Figura 6. Esta solução é apresentada de forma direta em uma única transparência, com o propósito de

mostrar a simplicidade da solução, em contraposição à complexidade da equação geral de condução de calor. O aluno deve se sentir esclarecido e confiante de que, embora o comportamento da natureza seja complexo, é possível obter soluções simples e diretas.

Esta visão é complementada com a solução de uma variante do mesmo problema criada pela alteração de uma das condições de contorno que é a introdução do processo de transferência de energia por convecção em uma das face da placa, ilustrada na Figura 7.

Esta segunda solução deve abrir imediatamente caminho para o conceito de resistência térmica, Figura 8 e Figura 9, mostrando para o aluno que o árduo trabalho matemático pode ser amenizado já que, no desenvolvimento de soluções para uma grande quantidade de problemas tradicionais da engenharia, é possível utilizar “resultados prontos” e confiáveis desde que se tenha a adequada e essencial conceituação teórica. Para complementar esta abordagem, pode-se em momento futuro apropriado, expandi-la pelo ensino do uso de fatores de forma para cálculo de condução em corpos bi ou tridimensionais.

Fenômenos de Transporte – Transmissão de calor – TC02

Condução através de placa plana sem geração

Equação unidimensional da condução: $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0$

Integrando: $T = C_1 x + C_2$

- para $x = 0$, $T = T_1$,
- para $x = L$, $T = T_2$.

Resolvendo $T = T_1 - \frac{T_1 - T_2}{L} x$

Aplicando a Lei de Fourier:

$$\dot{Q} = \dot{Q}'' A = kA \frac{T_1 - T_2}{L} = \frac{T_1 - T_2}{(L/kA)}$$

$$\dot{Q} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{L}{kA}}$$

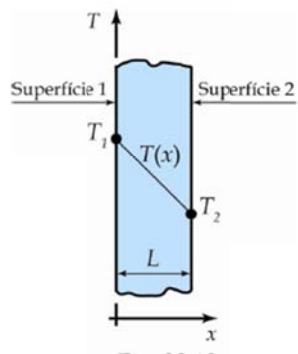


Fig. 28.10

15

Figura 6 – Solução da equação da condução – caso 1

Condução através de placa plana sem geração

Equação unidimensional da condução: $\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0$

Integrando: $T = C_1 x + C_2$

• para $x = 0$: $T = T_1$,

• para $x = L$: $-k \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=L} = h(T_2 - T_\infty) = \dot{Q}_2''$

Resolvendo: $T_2 = T_1 - \frac{L}{k} \cdot \frac{T_1 - T_\infty}{\left(\frac{L}{k} + \frac{1}{h}\right)}$

Aplicando a Lei de Fourier: $\dot{Q}'' = \frac{T_1 - T_\infty}{\frac{L}{k} + \frac{1}{h}}$ $\dot{Q} = \dot{Q}'' A = \frac{T_1 - T_\infty}{\frac{L}{kA} + \frac{1}{hA}}$

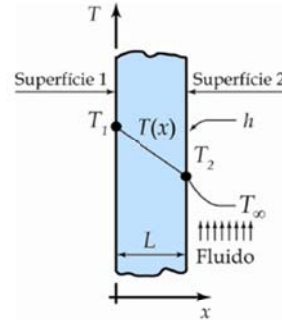


Fig. 28.11

Figura 7 – Solução da equação da condução – caso 2

Resistência térmica

Similaridade entre as equações e a lei de Ohm permite criar analogia.

$$\dot{Q} = \frac{T_1 - T_\infty}{\frac{L}{kA} + \frac{1}{hA}} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{L}{kA}} = \frac{T_2 - T_\infty}{\frac{1}{hA}}$$

Corrente elétrica ↔ Taxa de transferência de energia

Diferença de potencial ↔ Diferença de temperaturas

Resistência elétrica ↔ Resistência térmica

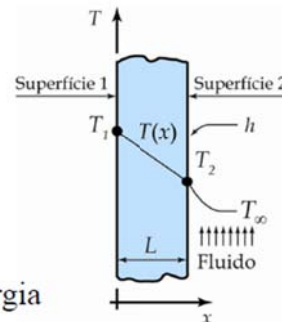


Fig. 28.11

Figura 8 – Resistência térmica

Resistência térmica

$$\dot{Q} = \frac{T_1 - T_\infty}{\frac{L}{kA} + \frac{1}{hA}} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{L}{kA}} = \frac{T_2 - T_\infty}{\frac{1}{hA}}$$

Podemos inferir:

A resistência térmica à condução através de uma placa plana é dada por:

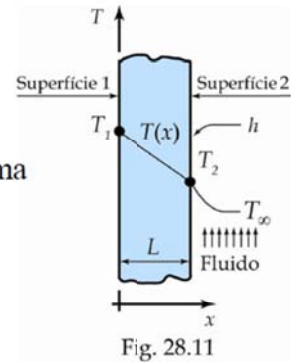
$$L/kA$$

A resistência térmica à convecção é dada por:

$$1/hA$$

A resistência térmica em série em uma placa plana devida à condução e à convecção é dada por:

$$(L/kA) + (1/hA)$$



Unidade de
resistência
térmica: K/W

19

Figura 9 – Analogia resistência térmica resistência elétrica

4.3. A elaboração de exemplos

Uma dificuldade grande e tradicional que se apresenta para o aluno de engenharia consiste na transposição do conhecimento usualmente denominado teórico para a sua aplicação “prática”. Esta dificuldade é, por exemplo, observada com muita frequência no uso das ferramentas de cálculo para a aplicação na solução das questões do dia a dia do engenheiro.

O primeiro passo a ser dado para desmistificar e aproximar, sob a ótica do aluno, a teoria do problema a ser resolvido é a sua aplicação em exemplos bem estruturados que tenham o propósito central de criar a ligação entre os aspectos teóricos analisados e os aspectos práticos e operacionais da engenharia.

Neste contexto, o exemplo deve ser tal que permita ao professor repetir, ao longo do desenvolvimento da sua solução, os conceitos teóricos, de forma a criar e fortalecer a proximidade do aluno com a disciplina.

A Figura 10 e a Figura 11 consistem em duas transparências destinadas à apresentação de um exemplo inicial. Elas foram desenvolvidas segundo um conjunto de conceitos que tenham por objetivo aproximar o aluno da questão. O primeiro reside no fato de que o enunciado da questão é repetido nas duas transparências de modo que seja facultada a ele e ao professor a possibilidade de voltar a qualquer instante ao enunciado para dirimir alguma dúvida ou relembrar algum assunto específico.

Outro aspecto considerado importante é que o problema se refere a um forno industrial, realidade do engenheiro, utilizando valores de processos e equipamentos que podem ser observados industrialmente, permitindo ao professor, por exemplo, fazer referência a processos industriais nos quais um forno com estas características gerais poderia ser utilizado. Naturalmente, propõe-se que a correlação exercício-fábrica seja sempre que possível ressaltada.

Buscando uma solução didático-pedagógica apropriada, as transparências são divididas segundo o procedimento de solução que, fundamentalmente, conceitua um método calcado em duas ações fundamentais: a primeira consistindo no entendimento do problema e registro de informações e, a segunda, em análises complementares e cálculos.

Na Figura 10 está inserida a primeira ação; além do enunciado, é proposta uma análise preliminar do problema na qual se ressalta ser necessário elaborar um croquis do objeto de estudo com um mínimo de qualidade. Entende-se que o professor deve estimular esta ação ressaltando a necessidade de realizar esta tarefa com esmero tal que leve ao entendimento completo do fenômeno físico sob análise. A seguir, cabe o procedimento de registro de dados e das hipóteses que devem configurar a solução propriamente dita.

A Figura 11 contempla a solução propriamente dita do problema, completando o corpo completo de uma metodologia racional, rigorosa e didática de abordagem de um exemplo prático de engenharia, em que a transferência de calor por condução é a ferramenta principal utilizada.

Fenômenos de Transporte – Transmissão de calor – TC02

Exercício resolvido

Er28.1 A parede plana lateral vertical de um forno industrial tem espessura igual a 342 mm e a sua área superficial é igual a 5,0 m². Consideremos que a temperatura das suas superfícies interna e externa são constantes aproximadamente uniformes e iguais a, respectivamente, 800°C e 45°C. Sabendo que a condutibilidade térmica do material constituinte da parede é igual 0,15 W/(mK) pede-se para determinar o fluxo médio e a taxa de transferência de energia por calor através da parede.

Solução:

Registrar considerações, hipóteses e dados:

Processo é unidimensional, regime permanente, sem geração de calor.

dimensões importantes: espessura,

$L = 342 \text{ mm} = 0,342 \text{ m}$, $A = 5,0 \text{ m}^2$,

$T_1 = 800^\circ\text{C}$ e $T_2 = 45^\circ\text{C}$,

condutibilidade térmica do material: $k = 0,15 \text{ W/(mK)}$.

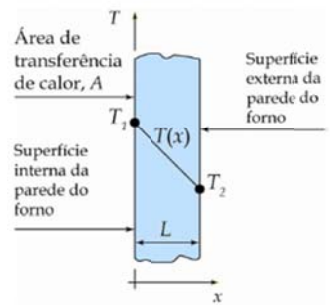


Fig. Er28.1

22

Figura 10 – Exemplo inicial - A

Er28.1 A parede plana lateral vertical de um forno industrial tem espessura igual a 342 mm e a sua área superficial é igual a 5,0 m². Consideremos que a temperatura das suas superfícies interna e externa são constantes aproximadamente uniformes e iguais a, respectivamente, 800°C e 45°C. Sabendo que a condutibilidade térmica do material constituinte da parede é igual 0,15 W/(mK) pede-se para determinar o fluxo médio e a taxa de transferência de energia por calor através da parede.

b) Análise e cálculos

Aplicando a lei de Fourier:

$$\dot{Q}'' = -k \frac{dT}{dx} = k \frac{T_1 - T_2}{L} = 331,1 \text{ W/m}^2.$$

Sinal positivo do fluxo de calor:

indica que ele ocorre no sentido positivo do eixo x .

Taxa de transferência de energia por calor através da parede será:

$$\dot{Q} = \dot{Q}'' A = 331,1 \cdot 5,0 = 1656 \text{ W}$$

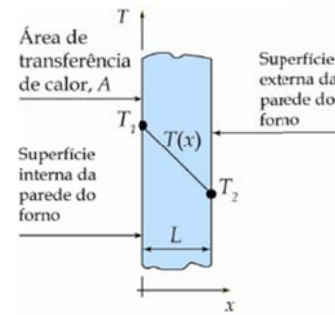


Fig. Er28.1

Figura 11 – Exemplo inicial - B

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino e o aprendizado do assunto de transmissão de calor têm sido, por muito tempo, considerados áridos, separando o estudante tanto do efetivo aprendizado quanto da aplicação adequada de conhecimentos que deveriam ter sido adquiridos ao longo do curso de graduação. Neste contexto, foi proposta uma abordagem metodológica que conduz ao aprendizado consistente e mais atrativo pelo fato de ter a sua aridez reduzida. A experiência na aplicação desta abordagem, fortemente calcada no uso de apresentações cuidadosamente estruturadas, indica ser este um caminho adequado a ser aprimorado. Complementarmente, tornar disponível aos alunos as transparências de aula, faz delas material didático complementar à literatura disponível, contribuindo também para fortalecer a consulta (leitura e análise) desta última.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Mauá de Tecnologia o apoio concedido para desenvolvimento das técnicas propostas e sua divulgação no presente Congresso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÇENGEL, Y.A. Transferência de Calor e Massa - Uma Abordagem Prática. 3.ed. McGraw-Hill, 2009. 902 p.
- INCROPERA, F.P.; DEWITT, D.P. Fundamentos da Transferência de Calor e Massa. 6.ed. LTC, 2008. 698 p.
- KREITH, F.; BONHN M. S. Principios da Transferência de Calor. São Paulo, Editora Pioneira Thomson, 2003. 623 p.

HEAT AND MASS TRANSFER TEACHING IN UNDERGRADUATE ENGINEERING COURSES - CHALLENGES AND NEW APPROACHES

Abstract: *the topic of Mass and Heat Transfer integrates the curriculum of a wide range of engineering courses, either in disciplines with this particular name, or in others, which cover this matter. Its learning requires knowledge in calculus, the capability to understand physical phenomena and to develop abstract reasoning. It is one of the main issues of the daily engineering practices, and there is strong correlation between the theory students learn in the undergraduate course, and its practical application, professionally, in some fields of engineering in which it is required to project and operate equipment and installations. Although there is a considerable amount of supporting material available, it is noticeable that the content of the literature exceeds the average requirements of many engineering courses. Thus, there is a demand to improve the mentioned topic, pedagogically, in a way so that the concepts are presented objectively, easily accessible to the students and with the strength necessary to solve traditional engineering problems. This paper proposes a methodology to present the subject of mass and heat transfer oriented to undergraduate engineering courses, taking as reference the topic of the general equation of heat conduction. The methodology is based on the use of slides, which are chained and structured with the objective of taking the students closer to the essence of the course curriculum. Such methodology has been proven effective, making the learning process more attractive and also demystifying that this issue is difficult to understand.*

Keywords: *mass and heat transfer, conduction equation, learning improvement, heat transfer slides*