

Apêndice A – relevância do estudo do transporte de energia e sua relação com a termodinâmica

O que é termodinâmica?

A origem da palavra termodinâmica surgiu em diversos países do mundo por volta de 1850 (e.g. segundo a enciclopédia Mirador, na língua inglesa existem registros datando de 1854, na língua francesa têm-se registros datando de 1872 e na língua alemã existem registros de seu uso datando de 1860. Segundo o dicionário Houaiss, na língua portuguesa existem registros datando de 1874). A origem semântica vem da composição dos termos "termo" e "dinâmica". "Termo" tem sua origem do grego, tanto a partir das palavras *Thermós*, significando quente; como *the'rmē* significando calor. Ainda, segundo o dicionário Houaiss, termodinâmica pode ser definida como:

"O estudo das leis que regem as relações entre calor, trabalho e outras formas de energia, mais especificamente a transformação de um tipo de energia em outra, a disponibilidade de energia para a realização de trabalho e a direção das trocas de calor."

"É uma ciência interessada nas interações entre trabalho e calor e suas influências nas substâncias. Firmemente apoiada na experiência, apresenta dois mecanismos básicos: o da conservação de energia e o de crescimento de entropia, associado aos processos irreversíveis" (W. Braga, em dúvidas mais comuns, p.8)

Para Incropera, F.P; Dewitt, D.P. em *Fundamentos em transferência de calor e massa*. LTC, 5ª edição, 2003, p.6:

"Os fenômenos de transferência de calor desempenham um papel importante em muitos problemas industriais e do meio ambiente. Como exemplo considere a área de conversão e produção de energia. Não existe uma única aplicação que não envolva os efeitos da transferência de calor. Na geração de energia elétrica, seja por fissão nuclear, pela combustão de combustíveis fósseis ou pelo uso de fontes energias geotérmicas, são inúmeros os problemas de transferência de calor a serem resolvidos,. Esses problemas envolvem os processos de transferência de calor relacionados ao projeto de sistemas como caldeiras, condensadores e turbinas. Frequentemente há situações nas quais é necessário maximizar as taxas de transferência de calor e manter a integridade dos materiais em ambientes com temperaturas elevadas. Existem muitos problemas de transferência de calor relacionados ao desenvolvimento de sistemas de conversão de energia solar e produção de energia elétrica. Processos de transferência de calor também afetam o desempenho de sistemas de propulsão, tais como combustão interna, turbinas a gás e foguetes. Problemas de transferência de calor também aparecem durante o projeto de sistemas de aquecimento, nos projetos de incineradores e equipamentos para armazenamento criogênico, em equipamentos eletrônicos de resfriamento, nos projetos de refrigeração e ar-condicionado. A transferência de calor também é relevante para a poluição do ar e da água, influenciando fortemente os climas local e global."

Relações entre termodinâmica e transferência de calor:

Segundo Incropera (p.1), deve-se estender a análise termodinâmica através dos meios como o calor é transferido e do desenvolvimento das relações para calcular as taxas nas quais essa transferência ocorre. Um objetivo é ilustrar como a transferência de calor pode ser utilizada com a primeira lei da termodinâmica para resolver problemas relevantes para a tecnologia e a sociedade.

“Embora a termodinâmica possa ser utilizada para determinar a quantidade de energia necessária na forma de calor, para que um sistema passe de um estado de equilíbrio para outro, ela não leva em consideração que a transferência de calor é inerentemente a um processo de desequilíbrio. (...) A disciplina transferência de calor procura fazer o que a termodinâmica é incapaz, ou seja, quantificar a taxa na qual a transferência de calor ocorre em termos de desequilíbrio térmico”. (Incropera et al., p.8)

Segundo W. Braga (em *dúvidas mais comuns*, p.8), essas ciências estão interessadas em aplicar os balanços de energia aos sistemas térmicos (material a ser fundido, motor a ser refrigerado, etc). Se na termodinâmica discute-se que a troca de calor ocorre na existência de uma diferença de temperatura entre dois pontos, na transmissão de calor soma-se a esse fato as características da troca de calor. (“afinal de contas, você já não segurou uma colher de metal dentro de um café quente? E se a colher for de madeira?”).

opiniões sobre aprendizagem, ciência, senso comum e conhecimento

Para De Carvalho, A.M.P em *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*, Thompson, 2004, p. 3 e p.7/8:

”Um ensino que vise à aculturação científica deve ser tal que leve os estudantes a construir o seu conteúdo conceitual participando do processo de construção e dando oportunidade de aprenderem a argumentar e exercitar a razão, em vez de fornecer-lhes respostas definitivas ou impor-lhes seus próprios pontos de vista transmitindo uma visão fechada das ciências”.

“A mais importante implicação do modelo construtivista seja conceber a Didática das Ciências Experimentais, não como um conjunto de conhecimentos e habilidades, mas como um programa de atividades em que situações problemáticas abertas possam gerar o interesse dos estudantes e através dos quais consigamos uma mudança ao mesmo tempo conceitual, metodológica e atitudinal.”

Para Gaston Bachelard em *A formação do espírito científico: uma contribuição para a psicanálise do conhecimento*. Contraponto, 1996, p. 28:

“A evolução das ciências é dificultada por obstáculos epistemológicos, entre os quais o senso comum, os dados perceptíveis, os resultados experimentais e a própria metodologia aceita como válida, assim como todos os conhecimentos acumulados. Para conseguir superá-los, são necessários atos epistemológicos: ruptura com os conhecimentos anteriores, seguidas por sua reestruturação”

Para Braga, W. em *Transmissão de Calor*. Thompson, 2003:

”O aprendizado do aluno é fortemente dependente do esforço individual. O livro, as aulas, material na Internet e qualquer outro material acadêmico podem ser insuficientes. O que fará a diferença é a sinergia alcançável pelo uso combinado daqueles fatores e o esforço do aluno ao se preparar para as aulas, fazendo os exercícios de preparação, ainda que por vezes de forma errada, mesmo que com dúvidas e discutindo com seus colegas. O que faz a diferença é a participação ativa do aluno nas aulas. (...) **Já passou o tempo em que o ensino era o transpor das informações da cabeça do professor para o caderno do aluno.** Hoje o ensino é centrado no processo de aprendizagem, quer por parte do professor, quer por parte dos alunos.”

“A experiência tem indicado que **a taxa de retenção de qualquer material acadêmico depende da nossa capacidade de unir as novas informações com aquelas já conhecidas, o que deve ser feito por cada um, individualmente.** Assim ao ler um determinado capítulo, procure vinculá-lo a outros assuntos já conhecidos, de outras matérias, da sua vida pessoal ou ainda do estágio. (...) Procure seguir a programação acadêmica do curso. Para cada capítulo, veja o material disponível, leia o texto, procure responder às questões, faça os exercícios de preparação-antes de cada aula, preferencialmente. Após as aulas, procure responder às perguntas de revisão e faça o que mais for sugerido. (...) Desenvolva

seu lado crítico, questionando. Na verdade **se você não tiver dúvidas, fique preocupado.**”

A ciência “pode ser definida como um conjunto de regras, estabelecidas e aceitas por todos, que consiste em uma sucessão de etapas voltadas para o conhecimento. De uma maneira pouco formal, podemos dizer que o método científico passa pela observação de algum fenômeno, pela construção de uma teoria (modelagem) visando a sua explicação, a observação das conseqüências (resultados) dessa teoria e sua justaposição aos dados experimentais para posterior correção da teoria, e assim por diante.” (em dúvidas mais comuns, p.9)

Para Incropera, F.P; Dewitt, D.P. em Fundamentos em transferência de calor e massa. LTC, 5ª edição, 2003:

“Na década de 1990 foi dada bastante atenção às críticas à pedagogia tradicional e à exploração de meios pelos quais o aprendizado do aluno poderia ser melhorado. Em relação ao desenvolvimento das ferramentas educacionais e curriculares, essa avaliação estimulou sérias considerações sobre os objetivos da aprendizagem e dos meios de se determinar a extensão na qual determinados objetivos estão sendo atingidos. Essa tendência nos leva às seguintes questões: quais são os objetivos da aprendizagem em um primeiro curso de transferência de calor? (...) Do nosso ponto de vista, os quatro objetivos de aprendizagem a seguir são atributos desejados em qualquer curso inicial de transferência de calor.

- (1) o estudante deve assimilar o significado da terminologia e dos princípios físicos associados com o assunto.
- (2) o estudante deve estar apto a delinear o fenômeno de transporte pertinente a qualquer processo envolvendo transferência de calor.
- (3) o estudante deve estar apto a utilizar os dados necessários para calcular as taxas de transferência de calor e/ou as temperaturas dos materiais.
- (4) O estudante deve ser capaz de desenvolver modelos representativos de processos e sistemas reais e chegar a conclusões referentes ao projeto do processo/sistema ou ao desempenho das análises relativas

O primeiro objetivo constitui um nível primário de aprendizado que deve ser atingido caso os demais objetivos devam ser introduzidos. É exatamente isso que temos em mente quando dizemos aos estudantes que eles devem aprender os fundamentos. E, devemos acrescentar, que é a causa de uma das maiores de nossas frustrações quando descobrimos que eles não estão correspondendo às nossas expectativas. Em tais casos, onde está a culpa?

Certamente, alguns estudantes não se empenham o bastante para assimilar o conhecimento dos fundamentos. **Ou, talvez o esforço deles seja desproporcionalmente direcionado à resolução do problema daquele dia, e eles não separam um tempo para ler cuidadosamente ou pensar sobre o assunto em um nível além do superficial.** Entretanto, uma parte da culpa pode ser nossa, os professores desses alunos. Talvez a gente vá tão rápido para a análise e a resolução de problemas que não dedicamos tempo suficiente aos conceitos. **A riqueza da disciplina transferência de calor e as dificuldades de aprendizagem que freqüentemente apresentam problemas aos alunos são atribuídas à grande diversidade dos conceitos físicos.** Reflita um pouco.”

Para Bernhoef, Renato (presidente da Bernhoef Consultoria) **no Jornal O Estado de São Paulo, 25 de julho de 2004:**

“A cada dia que passa algumas questões tornam-se mais claras e devem ser olhadas com maior interesse, tanto pelos profissionais que ingressam no mercado de trabalho, quanto aqueles que já estão no mesmo e as instituições que tem como atividade principal preparar estes profissionais. Podem destacar alguns pontos: **educação e desenvolvimento são processos permanentes.** Eles não terminam com o diploma ou com a formatura no final do período letivo. Também não se limitam às atividades em sala de aula ou à presença de um professor. **As pessoas precisam entender que ninguém desenvolve ninguém. O processo é interior e o aprendizado decorre da disposição das pessoas em aprenderem.** E se aprende tanto através da observação, da leitura, diálogo, reflexão e tantas outras formas que aguçam nosso sentido. “

“O senso comum e a ciência são expressões da necessidade básica, a necessidade de compreender o mundo, a fim de viver melhor e sobreviver” ou “A ciência nada mais é que o senso comum refinado e disciplinado” Rubem Alves em Filosofia da Ciência. Ed. Loyolla

Como funciona o senso comum?

“Se a gente compreender o senso comum poderá entender a ciência com mais facilidade. E nada melhor para compreendê-lo que brincar com alguns problemas: **“Você está guiando um automóvel e repentinamente ele pára. Em último caso, você terá de chamar um mecânico ou outra ajuda. Mas o que nos interessa é saber como funciona seu senso comum. O que você faria com as mãos e com o cérebro? Que pensamentos orientariam suas mãos? Descreva seu raciocínio abaixo”.** Rubem Alves