

O imaginário de estudantes de engenharia de produção sobre sua profissão e sobre a relação da termodinâmica com seu trabalho

The imaginary of production engineering students about their profession and about the relationship of thermodynamics with his work

Tatiana Lança

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
tatlan46@hotmail.com

Maria José P. M. de Almeida

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
mjpma@unicamp.br

Resumo

Apresentamos um estudo relacionado ao desenvolvimento da disciplina Fundamentos de Termodinâmica no curso de engenharia de Produção de um centro universitário numa cidade do interior paulista. Nele buscamos investigar como o imaginário dos estudantes supõe que seja o trabalho de um engenheiro de produção e qual é, ainda no imaginário dos estudantes, o papel da Termodinâmica na vida de um engenheiro de Produção. Alicerçamos o estudo na análise de discurso apoiando-nos principalmente em publicações de Eni Orlandi e discutimos as respostas apresentadas com base na noção da linguagem como não transparente e na consideração da memória discursiva e da ideologia como necessárias para a compreensão da produção dos sentidos.

Palavras chave: engenharia de produção, termodinâmica, ensino, questionário, análise de discurso.

Abstract

We have shown a performed study which is related to the development of the subject Thermodynamics Groundwork in the course of Production Engineering of a College in the countryside. In this study, we have aimed at investigating how the students' creativity supposes what kind of work a production engineer does and, still regarding students' creativity, the role of Thermodynamics in the life of a Production Engineer. The study has been founded in the discourse analysis, being mostly relied on Eni Orlandi's papers and we have debated the answers presented based on the idea of the language as non-transparent and taking into consideration the discursive memory and the ideology as necessary to the understanding of sense production.

Key words: production engineering, thermodynamics, teaching, questionnaire, discourse analysis.

Introdução

A termodinâmica foi criada basicamente na primeira quarta parte do século XIX por engenheiros que queriam entender o funcionamento das máquinas térmicas (NERY; BASSI, 2009).

Como qualquer outra ciência, a termodinâmica não nasceu atemporal. Suas raízes mais profundas são encontradas em trabalhos de Euler (1753), Black (1757), Lambert (1779) e Lavoisier (1784). No começo do século dezanove tem-se Biot (1804), Fourier (1808/22) e Laplace (1816/22). Entretanto o trabalho de Carnot, em 1824, pode ser considerado o marco inicial da termodinâmica. (MOREIRA; BASSI, 2001, p. 563)

No que se refere à energia e à primeira lei, Moreira e Bassi (2001, p. 563) afirmam que::

[...] em especial, ressalte-se que a primeira lei é, de acordo com a termodinâmica dos meios contínuos, considerada um balanceamento de energia que, junto com as equações para balanceamento de massa e de momentos angular e linear, formam o coração da mecânica clássica, uma ciência *temporal*.

Em experimentos clássicos conduzidos no início do século XIX, Joule estudou processos através dos quais um sistema fechado passa de um estado de equilíbrio a outro, considerando processos que envolvem interações de trabalho e não interações térmicas entre o sistema e sua vizinhança (MORAN; SHAPIRO, 2001).

A origem da segunda lei da termodinâmica é associada ao trabalho do físico Sadi Carnot (1796-1832), o qual estava particularmente interessado na eficiência de máquinas térmicas operando sob condições ideais (REIS; BASSI, 2012).

A segunda lei da termodinâmica é uma das construções intelectuais mais intrigantes de todos os tempos. Desde suas primeiras formulações no século XIX, tem sido fonte de discussões acaloradas entre cientistas das mais variadas origens, nos mais variados ramos das ciências (OLIVEIRA; DECHOUM, 2003, p.359)

Anos após a divulgação do trabalho de Carnot, Lord Kelvin, na Inglaterra, enunciou o que poderia ser entendida como a segunda lei da termodinâmica: se a máquina térmica trocar calor com suas vizinhanças em um processo cíclico e tais vizinhanças se encontrarem em uma única temperatura, então a máquina não poderá produzir trabalho (REIS; BASSI, 2012). A seguir, foi proposta pelo alemão Clausius, outra formulação para a segunda lei, afirmando que é impossível transferir calor da fonte fria para a fonte quente. De acordo com Oliveira e Dechoum (2003) a segunda lei pode ser entendida, no sentido macroscópico, como uma lei de evolução, no sentido de definir a seta do tempo.

Durante o desenvolvimento da disciplina chamada “Fundamentos de Termodinâmica” no curso de engenharia de Produção de um centro universitário numa cidade do interior paulista notamos que, em geral, os alunos apresentam muitas dificuldades no que se refere ao estudo das primeira e segunda lei, máquinas térmicas e as relações entre esses conteúdos e suas atuações enquanto profissionais da área de engenharia. É fato que ao mesmo tempo em que os alunos resolvem optar por um curso de exatas também apresentam dificuldades em matemática e disciplinas mais específicas de um curso de engenharia.

Pensando nisso, acreditamos que para trabalhar a termodinâmica com alunos de engenharia de produção é relevante conhecer o que eles acreditam que farão profissionalmente e qual o seu imaginário sobre o que pensam ser importante aprender sobre esse conteúdo. Dessa maneira,

foi desenvolvido um questionário com perguntas sobre o curso e também sobre a disciplina. A partir de respostas a duas das questões do questionário, fornecidas por estudantes que já haviam cursado a disciplina Fundamentos de Termodinâmica, com este estudo nos propusemos a responder as seguintes questões:

- 1) Como o imaginário dos estudantes que responderam o questionário supõe que seja o trabalho de um engenheiro de produção?
- 2) Qual é no imaginário dos estudantes que responderam o questionário o papel da Termodinâmica na vida de um engenheiro de produção?

Noções de Análise de Discurso

Encontramos sustentação para analisar as respostas apoiando-nos principalmente em publicações de Eni Orlandi sobre Análise de Discurso (AD).

Para a AD o sentido não está já fixado a priori, como essência das palavras, nem tampouco pode ser qualquer um. Há uma determinação histórica. De acordo com Orlandi (2012), a linguagem não é transparente, os sentidos não são os mesmos para diferentes sujeitos, (não há uma relação única e sim relações complexas entre linguagem, pensamento e mundo), e os sujeitos e os sentidos se constituem mutuamente. Ao analisar o funcionamento da produção dos sentidos somos obrigados a admitir a interdiscursividade, ou seja, a memória discursiva como constitutiva da produção do sentido.

Segundo a AD, compreender não é produzir sentidos, mas entender como um objeto simbólico produz sentido. Como se dá a relação de sentidos? As relações de sentidos compreendem as relações de forças, em que os lugares de que o sujeito fala são constitutivos do dizer. É a projeção imaginária do lugar no discurso, a posição do sujeito no discurso. E a antecipação? Quando falamos, antecipamos ao interlocutor, colocando-nos no lugar dele, imaginando-nos na situação. Segundo o mecanismo de antecipação, todo sujeito tem a capacidade de colocar-se no lugar em que seu interlocutor "ouve" suas palavras (ORLANDI, 2000).

No que se refere à ideologia, segundo Orlandi (1994), esta é vista como o imaginário que medeia a relação do sujeito com suas condições de existência:

Pela ideologia se naturaliza o que é produzido pela história; há transposição de certas formas materiais em outras. Há simulação (e não ocultação de conteúdos) em que são construídas transparências (como se a linguagem sua materialidade, sua opacidade) para serem interpretadas por determinações históricas que aparecem como evidências empíricas. (ORLANDI, 1994, p. 57)

Também em relação à análise de discurso, tem-se a noção de formações imaginárias:

Quanto ao social, não são os traços sociológicos empíricos- classe social, idade, sexo, profissão - mas as formações imaginárias que se constituem a partir das relações sociais que funcionam no discurso: a imagem que se faz de um pai, de um operário, de um presidente, etc. (ORLANDI, 1994, p. 56)

O questionário: aplicação e análise

Foi construído um questionário a fim de se buscar indícios sobre o imaginário dos alunos a respeito do curso e também sobre a relação com a disciplina “Fundamentos de Termodinâmica” com o curso e seu futuro profissional. Aqui nos referimos a duas das questões respondidas pelos estudantes:

1) Na sua opinião, o que faz um engenheiro de produção?

2) Você foi meu aluno na disciplina Fundamentos de Termodinâmica.

Você acha que nessa disciplina foram trabalhados conteúdos que poderão contribuir para seu futuro profissional enquanto engenheiro de produção? Se sim, quais?

Que sugestões de atividades/conteúdos você daria para serem desenvolvidos nessa disciplina?

O questionário foi aplicado em duas turmas que já haviam cursado Fundamentos de Termodinâmica. Nesta turma, a primeira autora deste texto atuou como professora da disciplina. Foi pedido aos alunos que respondessem às questões e dito que não era necessário se identificar. Orientamos também que o tempo que teriam seria por volta de meia hora e que depois as folhas seriam recolhidas. Foram obtidas respostas de 53 alunos. A partir de uma leitura inicial selecionamos algumas palavras/trechos para realizar uma classificação.

Para a questão 1, estabelecemos alguns grupos. A seguir, destacamos exemplos de respostas para cada grupo.

(a) Alguém que gerencia pessoas e recursos, visando melhorias.

Gerencia recursos financeiros, materiais, possibilitando o aumento da produtividade e reduzindo os gastos.

Escolhe os métodos mais rápidos e produtivos para uma determinada produção de um produto, facilitando desde a entrada da matéria prima até o processo final.

É o engenheiro que tem a função de atender necessidades da produção.

Cuida do planejamento para controlar a produtividade ou eficiência.

(b) É completo e pode atuar em diversas áreas.

Profissional completo com conhecimento em diversas áreas da engenharia. Não conhece tão a fundo a elétrica como um engenheiro elétrico, mas deve dominar os fundamentos técnicos e conhecer a gestão. Pode atuar em diversas áreas, pois é treinado para resolver problemas.

É o engenheiro que mais conhece e está preparado para atuar em uma empresa, pois tem conhecimento de todos os departamentos, porém não reconheço como um curso completo, após o término é necessário se especializar na área ou departamento que decidir.

(c) Gestão de projetos e/ou da empresa;

Une conhecimentos de administração – economia e engenharia para aperfeiçoar técnicas.

(d) Faz o elo entre produção e administração Administra e gerencia a produção.

Elo entre setor comercial – industrial – logística e cliente final.

(e) Resolve com responsabilidade; tem facilidade em se adaptar.

Toma decisões a partir do próprio conhecimento, ele assume a responsabilidade independente do que faz.

(f) Utiliza raciocínio lógico e estratégia.

Tem alta capacidade de raciocínio lógico, aberto e solucionador.

Em praticamente metade das respostas apareceram os termos “alguém que gerencia” (grupo a) e “engenheiro completo” (grupo b). Ao analisarmos essa questão, optamos por procurar na literatura do curso definições como “gestão da produção” e “gerenciamento de projetos”.

Segundo Gomes (2004), a gestão de projetos surge como grande oportunidade para organizações em variados ramos de atividade. Num ambiente de contínuas mudanças, como o que se vivencia, considerando que gerenciar projetos é em suma gerenciar mudanças, a implantação de uma adequada metodologia para gestão de projetos nas organizações ocorrerá com maior intensidade nos próximos tempos.

De acordo com Keelling (2002), projetos têm sido realizados desde a aurora dos tempos, mas nos últimos anos a gestão de projetos tem evoluído, alcançando novos patamares de sofisticação e popularidade. Para Keelling (2002, p. 25):

um projeto é uma máquina de mudança. Ele é concebido quando se percebe a necessidade de progresso, quando provavelmente há um período de discussão, especulação, uma “rodada de avaliações”, dos prós e contras e ideias, sem muita ação decisiva até que o conceito assuma uma forma identificável.

Segundo Kerzner (2002) um dos fatores que fazem com que a gestão de projetos seja muito procurada pelas organizações é a sua maior capacidade de evidenciar os verdadeiros responsáveis pelos lucros e perdas.

Os projetos são um meio de organizar atividades que não podem ser abordadas dentro dos limites operacionais normais da organização. Os projetos são, portanto, frequentemente utilizados como um meio de atingir o plano estratégico de uma organização seja a equipe do projeto formada por funcionários da organização ou um prestador de serviços contratado (PMBOK, 2004).

Leituras de artigos na área de engenharia de produção evidenciam que os termos gestão, gerenciamento, administração e melhoria contínua são bastante recorrentes e talvez por esse motivo apareçam em grande número nas respostas dos estudantes do curso. Nesse sentido, de acordo com o referencial teórico da Análise de discurso, o lugar de que o sujeito fala é constitutivo do dizer. Para a AD o sentido não está já fixado a priori, como essência das palavras, nem tampouco pode ser qualquer um. Há uma determinação histórica.

Essa relação com a exterioridade, a historicidade, tem um lugar importante, eu diria mesmo definidor, na Análise de Discurso. De tal modo que, ao pensar a relação entre linguagem e sociedade, ela não sugere meramente uma correlação entre elas. Mais do que isso, o discurso é definido como processo social cuja especificidade está em que sua materialidade é linguística. Há, pois, construção conjunta entre o social e o linguístico (ORLANDI, 1994, p. 56).

Com relação à questão 2, que questionava se os conteúdos trabalhados poderiam contribuir para o futuro profissional dos estudantes e pedia sugestões de atividades/conteúdos para serem desenvolvidos na disciplina, seguem alguns exemplos de respostas:

Entendimento do processo realizado na fabricação de um produto.

Projetar máquinas térmicas e ter melhor visão de processos termodinâmicos – no meu caso trabalho em caldeiraria.

Controle de temperatura nos equipamentos

Não trabalho em fábrica, mas um centro de distribuição. Por ser um armazém frigorífico temos um grande e complexo sistema de refrigeração

por amônia. As aulas teóricas me ensinaram a entender perfeitamente o fluxo deste sistema.

Importante: primeira e segunda lei, ciclo Otto e Carnot.

Aplica-se na área de projetos.

Conteúdos: perda de calor, comportamento dos gases e líquidos, leis da termodinâmica – serão aplicados se trabalhar com a parte de equipamentos ou máquinas.

Calcular o trabalho gerado por uma máquina térmica ou saber a temperatura de transformação de certas substâncias.

Análise e desenvolvimento de método para ganho de rendimento em máquinas a base de temperaturas – calor.

Entender o princípio do trabalho dos equipamentos – o calor gerado por eles.

Foi possível notar que a maioria dos estudantes percebeu uma relação entre os conteúdos estudados em Fundamentos da Termodinâmica e seu futuro profissional. Em grande parte das respostas apareceu de alguma maneira o termo “máquina” ou “máquina térmica”. Provavelmente esse termo apareceu repetidamente porque muitos estudantes do curso trabalham em indústrias e usam termos típicos de máquinas em seu cotidiano. A consideração da memória discursiva e da ideologia como necessárias na produção de sentidos facilita o entendimento destes trechos. Ainda pensando no referencial utilizado, de acordo com Almeida (2012), o discurso para a AD é considerado como efeito de sentidos entre interlocutores, sendo que estes ocupam determinados lugares na sociedade, o que faz parte da significação.

Como parte da questão 2 os alunos ainda responderam a pergunta: que sugestões de atividades/conteúdos você daria para serem desenvolvidos nessa disciplina?

Práticas – ir mais ao laboratório.

Exemplos aplicados à empresa – situações reais.

Controle de temperatura nos equipamentos.

*Lista de exercícios para a parte de gráficos $P \times V$ (pressão versus volume).
Utilização de vídeos animados que podem ser passados no Datashow.
Trabalho no laboratório.*

Maior carga horária para a disciplina – abordar maiores temas.

Aumento da carga horária, assim poderia ser estudado os conceitos teóricos mais a fundo e depois aplicá-los em projetos práticos.

Exemplos de aplicação mais usados com frequência em indústrias.

As atividades e conteúdos foram boas, só faltam aulas práticas.

A última aula foi ótima – (construção do barco e máquina para gerar vapor).

Neste item fica mais evidente a importância que a prática tem para os alunos. Novamente aparecem termos que mantém relação com a prática profissional: situações reais, controle de temperaturas nos equipamentos, exemplos de aplicação mais usados com frequência em indústrias e projetos práticos, por exemplo. Além disso, as muitas sugestões para o uso dos laboratórios, com aulas práticas, provavelmente se devem ao fato de que, no imaginário dos estudantes, o papel da disciplina é auxiliar na resolução prática dos problemas do dia a dia de um engenheiro de Produção. Novamente de acordo com o referencial da AD, ao analisar o

funcionamento da produção dos sentidos admitimos a interdiscursividade, ou seja, a memória discursiva como constitutiva da produção do sentido.

Considerações finais

De acordo com as respostas dos alunos podemos admitir que, saber calcular o trabalho gerado por uma máquina térmica e também desenvolver métodos para aumento de rendimento é relevante para um engenheiro de produção. Carnot também estava interessado na eficiência de máquinas térmicas, mas operando sob condições ideais. Pensando nisso, conhecer o imaginário dos estudantes pode ser importante à medida que podemos admitir novas possibilidades para o ensino da Termodinâmica, como, por exemplo, o estudo de conceitos da primeira e segunda lei da Termodinâmica aplicados ao desenvolvimento das máquinas térmicas.

Agradecimentos e apoios

Apoio Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

Referências

ALMEIDA, M. J. P. M.. Discurso pedagógico e formação de professores de ciências da natureza: foco no professor de física. **Alexandria** (UFSC). V. 5, p. 29-41, 2012.

MOREIRA, N. H. ; BASSI, A. B. M. S. Sobre a primeira lei da termodinâmica. **Química Nova**. V. 24, n. 4, 2001, p. 536-567.

NERY, A. R. L; BASSI, A. B. M. S. A primeira lei da termodinâmica dos processos homogêneos. **Química Nova** [online]. V. 32, n.2, 2009, p.522-529.

OLIVEIRA, P.M.C; DECHOUM, K.. Facilitando a compreensão da Segunda Lei da Termodinâmica. **Revista Brasileira de Ensino Física**. [online]. V.25, n.4, 2003, p. 359-363.

ORLANDI, E. Imaginário social e Conhecimento. **Em Aberto**, Brasília, n.61, ano 14, jan-mar. 1994.

_____. **Análise de discurso: princípios e procedimentos**. Campinas, SP: Pontes, 2000.

_____. **Discurso em Análise, Sujeito, Sentido, Ideologia**. Campinas: Pontes Editores, 2012. 151-177.

REIS, M. C.; BASSI, A. B. M. S.. A segunda lei da termodinâmica. **Química Nova** [online]. V.35, n.5, 2012, p. 1057-1061.

GOMES, W. O. **Gestão de projetos: proposta de modelo para implantação em organização híbrida com estrutura matricial leve**. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2004. 103 p. Trabalho Final de Mestrado Profissional.

KEELLING, R. **Gestão de projetos: uma abordagem global**. São Paulo: Saraiva, 2002.

KERZNER, H. **Gestão de Projetos: as melhores práticas**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.