



## RESGATANDO DO PASSADO NOVAS PERSPECTIVAS PARA O ENSINO DE ENGENHARIA

**Jomar Barros Filho**

**Dirceu da Silva**

**Norton Almeida**

**Cassio A. Dias da Silva**

**Jurandyr C. N. Lacerda Neto**

**Jonhson F. Ordones**

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação,

Rua Bertrand Russel, 801 - Cidade Universitária "Zeferino Vaz" Campinas - SP - Brasil - CEP 13083-970

**Caio G. Sánchez**

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica

Cx. Postal 6122 - 13083-970 Campinas, SP, Brasil.

***Resumo.** Hoje são poucas as escolas de engenharia que estão conseguindo formar profissionais capazes de resolver problemas práticos que surgem em situações reais de trabalho. A maioria dessas escolas desenvolvem um ensino tradicional (criado no período histórico Moderno) que privilegia apenas a teoria e a memorização de informações desconexas com as realidades de seus alunos (que vivem no atual período histórico denominado Pós-Moderno) e com os problemas tecnológicos que de fato ocorrem na indústria de hoje. A insatisfação com este tipo de ensino tradicional não é nova, tendo sido questionada por engenheiros-educadores já no século passado. Estes propuseram que os futuros engenheiros deveriam vivenciar situações problema mais próximas das que irão encontrar em suas vidas profissionais.*

***Palavras-chave:** Ensino de Engenharia, Ensino Técnico, Educação.*

### 1. INTRODUÇÃO

Quando analisamos as escolas de engenharia, constatamos que são poucas as que estão conseguindo formar profissionais capazes de resolver problemas práticos em situações reais de trabalho. Em geral, os alunos são treinados a resolverem um conjunto de situações padronizadas que não guardam maiores relações com os problemas que realmente surgem nas indústrias. Assim, embora o nível técnico necessário para o exercício de todas as profissões esteja aumentando, milhares de jovens saem das escolas de nível médio e superior sem os conhecimentos necessários para sobreviverem no mercado de trabalho (Liao, 1991-1992).

Os alunos não vêem utilidade nos conhecimentos que a escola pretende ensinar. Reynolds (1992) afirma que o ensino tradicional tem sido classificado como dogmático, elitista e inflexível e que apenas recentemente algumas escolas tem discutido essa visão. Liao (1991-1992) mostra que o ensino tradicional tem privilegiado apenas os cursos teóricos, colocando em segundo plano a utilização prática destes conteúdos. Como resultado, poucos estudantes desenvolvem a habilidade de estabelecer as conexões entre os conceitos das disciplinas e o seu uso nos campos das engenharias.

Este artigo tem por objetivo tentar estabelecer perspectivas, para um ensino de engenharia, que consiga fazer com que os estudantes vivenciem situações problema mais próximas das que serão encontradas em suas vidas profissionais. Buscamos um ensino que permita que os estudantes desenvolvam os seus próprios métodos e a habilidade de propor soluções eficazes a problemas práticos.

## **2. CONFLITO ENTRE A ESCOLA “MODERNA” E ALUNOS “PÓS-MODERNOS”**

Betz (1996-1997) explica que a falta de habilidade para conseguir perceber a utilidade dos conteúdos que a escola tenta ensinar é o maior problema que os estudantes enfrentam hoje. Numa sociedade de consumo, os alunos precisam conseguir ver ou serem convencidos de que os conhecimentos que a escola pretende ensinar são importantes. O sistema educacional existente não tem sido capaz de mostrar a utilidade dos conhecimentos que ele tenta ensinar. Essa divergência entre a maneira com que os alunos e o sistema educacional percebem o valor dos conteúdos, tem gerado uma baixa aprendizagem. Os conteúdos têm sido considerados isolados, anômalos e alienantes. Talvez uma das principais causas deste problema possa ser atribuída às mudanças sociais e econômicas chamadas de pós-modernas.

Este autor afirma que o termo “pós-moderno” ou “pós-industrial” tem sido usado para designar as principais mudanças econômicas, sociais e tecnológicas que tiveram o seu início na década de 1950. O sistema educacional existente hoje, foi criado na era moderna e não tem sofrido grandes alterações.

Comparando as principais diferenças entre os períodos moderno (século XIX até 1960) e pós-moderno (a partir de 1960), o autor em questão diz que o período moderno se caracterizou pela aceitação de valores e da autoridade, com padrões universais; a cultura era ideal e singular; existia um grande controle social com alta punição. Esta era usada de maneira exemplar, contrastando o certo com o errado; a economia era regional de base industrial; o trabalho era medido pelo número de produtos produzidos; a tecnologia era mecânica e os investimentos eram de longo prazo.

Já no período pós-moderno, os valores e a autoridade passaram a ser questionadas; agora os padrões não são mais universais, e sim particulares e locais; a cultura passou a ser pluralística e multi-cultural; o controle social e as punições diminuíram; a economia passou a ser baseada na prestação de serviços e no comércio; o trabalho é medido pelo tempo gasto para a realização de tarefas e pela capacidade de tomada de decisões; ao invés de apenas tecnologias mecânicas, o domínio atual é das tecnologias computacionais; os investimentos passaram a ser de curto prazo.

As características do período pós-moderno têm diminuído a autoridade dos pais e dos professores para definir ou ditar valores aos estudantes. O desenvolvimento das tecnologias de informação tais como a televisão, TV a cabo, telecomunicações, computadores, Internet etc. tem criado um ambiente rico que permite um acesso constante a uma quantidade ilimitada de informações. Portanto, a simples transmissão de conhecimentos que a escola tradicional se propunha a fazer, cada vez mais, perde o seu espaço para essas novas tecnologias. Estas conseguem transmitir um volume muito maior, mais diversificado e num ambiente muito mais

agradável que a maioria das salas de aulas.

O atual sistema educacional tem sido incapaz de acompanhar as mudanças econômicas, sociais e tecnológicas da sociedade, apresentando os conteúdos de forma compartimentada e desconexa com a realidade na qual os estudantes estão inseridos. Grande parte do conflito entre a formação que os estudantes deveriam ter e a formação que os estudantes de fato constroem está relacionada com o confronto de dois paradigmas diferentes. Os alunos vivem em uma realidade pós-moderna, ao passo que a escola vive em uma realidade moderna.

Uma possível solução para este problema é encontrada em Gil Perez (1993). Este autor defende que muitos conteúdos poderiam ser ensinados estruturando um programa de investigação. Assim, as exposições dos professores seriam usadas nos momentos que fosse necessário uma síntese dos conceitos envolvidos. Nesta visão, o professor passaria a ser um orientador de pesquisas, ao passo que os alunos seriam tratados como pesquisadores novatos. Essa idéia tem sido difundida e usada com grande êxito no ensino das disciplinas científicas, como a física e a química. Porém acreditamos que elas possam ser adaptadas ao ensino de várias disciplinas técnicas dos cursos de engenharia. Por exemplo, ao se ensinar o funcionamento de uma caldeira ou de um motor a combustão, ao invés de apenas dar as explicações teóricas e depois pedir para os alunos medirem alguns parâmetros deste equipamentos e elaborarem um relatório meramente burocrático, poderíamos estruturar o seu estudo em termos de um programa de investigação.

Assim, o professor poderia propor questões sobre os princípios do funcionamento desses equipamentos e simular defeitos que geralmente acontecem quando essas máquinas estão operando nas indústrias. Para resolver estes problemas os alunos, além de terem que saber previamente quais serão os cuidados que deverão tomar ao operarem com esses equipamentos, precisarão consultar referências bibliográficas sobre o seu funcionamento, os conceitos físicos envolvidos e as equações matemáticas que os descrevem.

É nessa investigação que os alunos se envolverão com os conteúdos. Estes deixaram de ser apenas teóricos, passando a ter uma finalidade prática: resolver um problema real. Nieda (1997) afirma que, nessas situações, os estudantes terão que trabalhar em pequenos grupos, propor e testar hipóteses, desenvolvendo os seus próprios métodos para solucionar as dificuldades encontradas.

### **3. CRÍTICAS ANTIGAS E EXPERIÊNCIAS INOVADORAS**

A insatisfação com o sistema educacional para a formação de engenheiros parece ter originado-se no século passado, juntamente com o advento das tecnologias mecânicas. Reynolds (1992) mostra que, nos EUA e na Inglaterra do século XIX, as escolas superiores não viam com “bons olhos” o ensino de engenharia. Para essas, as ciências deveriam ser estudadas e não usadas. Este pensamento dificultou a introdução dos cursos de engenharia nas Universidades. Nesta época não havia escolas de formação de engenheiros, estes aprendiam o seu ofício trabalhando como aprendizes, até tornarem-se independentes. Este método de formação de engenheiros logo começou a apresentar várias dificuldades, pois faltavam engenheiros experientes para ensinar a arte desta profissão aos aprendizes. Nos EUA esta situação agravou-se. Devido as barreiras culturais, econômicas e lingüísticas, poucos engenheiros migravam para esse país. Além disso, a partir de 1812 a expansão territorial aumentou a necessidade desses profissionais. Cada vez mais era preciso ter engenheiros capazes de planejar e construir canais e estradas de ferro.

Essa demanda fez com que os currículos das escolas se tornassem irrelevantes para a formação destes profissionais. O currículo, clássico e tradicional, era composto pelas disciplinas de filosofia, matemática, grego e Latim. Nestas últimas estudavam-se os clássicos.

Após quatro anos, o estudante recebia o título de bacharel em artes. Porém a crescente necessidade de engenheiros e as grandes críticas às escolas superiores, de que elas não estavam produzindo uma educação que atendessem às necessidades daquele país, fez com que os currículos fossem modificados.

Ainda no século XIX, Allsobrook (1997) mostra que, em 1879, Henry Dyer, engenheiro mecânico suíço, também demonstrava grande insatisfação quanto ao tipo de formação que os estudantes de engenharia recebiam. Este engenheiro, enviado ao Japão a serviço da Inglaterra, fundou o *Tokio Imperial College of Engineering* (hoje a Universidade de Tóquio). Dyer afirmava haver duas visões sobre o tipo de formação que um engenheiro deveria receber. A primeira entendia que, para os estudantes se tornarem bons profissionais, esses deveriam ser capazes de dominar vários conceitos e ferramentas matemáticas. A segunda visão entendia que os estudantes deveriam receber um bom treinamento técnico, acreditavam que isso seria suficiente para que, os futuros engenheiros, conseguissem resolver grande parte dos problemas que encontraria em suas profissões.

Dyer discordava destes dois pensamentos. Argumentava que embora o domínio do ferramental matemático fosse de grande importância, este não estava conseguindo formar engenheiros capazes de solucionar situações verdadeiramente problemáticas. Mostrava que, todos os anos, uma multidão de engenheiros formava-se nas escolas politécnicas da França e da Alemanha, mas esses eram quase que totalmente desprovidos de idéia práticas, não conseguindo resolver problemas reais. Era um ensino “livresco”, que formava engenheiros teóricos para as carreiras acadêmicas de professor. Quanto à segunda visão, Dyer afirmava que esta faria com que se os alunos estudassem apenas os assuntos que tivessem alguma aplicação direta com a área profissional escolhida. Neste caso, os estudantes não mereceriam o título de engenheiro, pois seriam apenas técnicos que usariam as informações da mesma forma que um trabalhador usa uma ferramenta, como um serrote ou um formão. Além disso, esses cursos desenvolviam habilidades padronizadas, que não eram suficientes para enfrentar e resolver novos problemas.

Henry Dyer propunha que os cursos de engenharia, além de fazer com que os alunos desenvolvessem uma sólida formação em ciências físicas e matemáticas e uma visão do todo da sociedade, deveriam permitir que os estudantes vivenciassem as situações mais comuns que iriam encontrar em suas vidas profissionais.

Uma possível solução para este problema foi relatada em Diprose (1997). Este autor mostra que a criação do *Sheffield Industrial Project Scheme* (SHIPS), em 1969, tem conseguido, com grande êxito, fazer uma ponte entre o trabalho acadêmico teórico dos cursos de engenharia da Universidade e a aplicação dos princípios teóricos, estudados nestes cursos, à resolução de problemas industriais que são encontrados na prática. Os projetos do SHIPS são definidos pelas companhias industriais. Neste projeto, problemas reais são propostos a um grupo de estudantes que têm um pequeno período de tempo (geralmente não mais que oito dias) para apresentarem uma solução.

A principal finalidade deste projeto, além de reforçar os laços entre as indústrias e a Universidade, é a de proporcionar aos estudantes a oportunidade de experimentarem o trabalho em grupo e o desenvolvimento de soluções criativas para problemas industriais reais, avaliando idéias e procurando informações que sejam relevantes à solução do problema.

Durante a permanência dos estudantes na indústria, estes são dispostos em grupos de seis pessoas. Cada grupo contará com o auxílio de um membro do corpo docente do Universidade. No primeiro dia os grupos visitam a indústria e tomam contato com os projetos. Os engenheiros mostram e explicam todos os processos industriais que estão relacionados com o problema do projeto. Tendo sido apresentados aos problemas, no segundo dia, os alunos voltam à Universidade, onde discutirão as possíveis idéias para a resolução do problema. No

terceiro dia é feita a avaliação e seleção destas idéias. São dados aos grupos de dois a três dias para a investigação da solução proposta. No sexto dia os grupos elaboram um relatório escrito detalhado sobre a solução desenvolvida. No sétimo dia, o grupo corrige este relatório e elabora uma apresentação oral. Finalmente no oitavo dia, os relatórios são apresentados aos membros do corpo docente e aos representantes da indústria na Universidade.

Diprose (1997) ressalta que os estudantes que participaram desses projetos obtiveram várias vantagens. Ao contrário dos programas tradicionais de *trainee*, ao vivenciarem a resolução orientada de um problema real de engenharia, houve uma integração entre os conteúdos acadêmicos e os problemas industriais que de fato acontecem em uma grande empresa. Ao final do projeto, os alunos costumam apresentar soluções práticas e inovadoras que têm surpreendido as empresas.

#### 4. CONCLUSÕES

Para que consigamos formar engenheiros que tenham uma visão crítica do seu papel na sociedade, uma sólida formação teórica e a habilidade de desenvolver e aplicar soluções eficazes a problemas práticos que realmente ocorrem nas indústrias, é preciso mudar o tipo de ensino que as escolas tem ministrado. Deve-se transformar o ensino tradicional, ainda do período Moderno, em um ensino Pós-Moderno, que leve em consideração a realidade de quem aprende. Nesta perspectiva, os alunos deixam de ser meros receptores passivos de informações, passando a ser a razão de existencia dos sistemas de ensino-aprendizagem. Os alunos passam a ser sujeitos que atuam ativamente no processo de construção de conhecimentos.

#### REFERÊNCIAS

- Allsobrook, D., Mitchell, G., 1997, Henry Dyer: engineer and educational innovator, *Pedagogic Historie*, vol. 1, n. 2, pp. 432-457.
- Betz, J. A. R. A., 1996-97, Constructing cooperative systems in engineering technology, *Journal Educational Technology Systems*, vol. 25, n. 2, pp. 97-108.
- Diprose, M. F., Judd, P. L., Morris, A. S., 1997, The sheffield industrial project scheme: team teaching for engineering students, *Teaching in Higher Education*, vol. 2, n. 1, pp. 59-68.
- Gil Perez, D., 1993, Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al Desarrollo de um Modelo de Enseñanza/Aprendizaje como Investigación, *Enseñanza de la Ciencias*, vol. 11, n. 2, pp. 197-212.
- Liao, T. T., 1991-92, Pre-College technology education and instructional technology: preparing students for the workplace, *Journal Educational Thechnology Systems*, vol. 20, n. 2, pp. 157-166.
- Nieda, J., Macedo, B., 1997, Las Orientaciones Metodológicas y para la evaluación, in *Un Currículo Científico para Estudiantes de 11 a 14 años*, Unesco e OEI, Madrid.

#### RECALLING FROM THE PAST, NEW PERSPECTIVES ON ENGINEERING EDUCATION

**Abstract.** *Nowadays, only a few engineering courses are managing to undergraduated professionals able to face practical problems that rise from day-by-day work. Most of these schools uses a traditional method of teaching (developed in the historical period called Modern), focusing on theory and memorization of information, disconnected to the students' reality and to the technological problems that really happen in the industry. Dissatisfaction*

*with this kind of method is not new, and complaints by engineer-teachers had already been risen last century. These teachers said that future engineers should - throughout the course - experience situations closer to those, which they would face in their career.*

**Keywords:** *Engineering education, Technical education, Education.*