

## Uma Nova Metodologia de Ensino para Disciplinas Experimentais

**Fernanda Oliveira Simon** – [fersimon@uol.com.br](mailto:fersimon@uol.com.br)

**Dirceu da Silva** – [dirceu@unicamp.br](mailto:dirceu@unicamp.br)

Faculdade de Educação – Unicamp

Rua Bertrand Russel , 801

13083-970 – Campinas – SP

**Ricardo Luis de Azevedo da Rocha** - [luis.rocha@poli.usp.br](mailto:luis.rocha@poli.usp.br)

Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais - PCS

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Av. Prof. Luciano Gualberto, trav.3, n°.158

05508-900 - São Paulo - SP

**Resumo:** *O que se coloca hoje, no cenário internacional, quando se fala sobre o ensino de engenharia é a necessidade de uma nova formação, ou seja, de uma reestruturação dos cursos de forma a atender às novas expectativas do mercado de trabalho. Atualmente, o ensino de engenharia não tem preparado de maneira plena, os alunos para o mercado de trabalho, faltam-lhes habilidades de resolução de problemas, de trabalho em equipe e gerenciamento de projetos, por exemplo. O que nos aponta que pouca mudança concreta e efetiva tem ocorrido nos cursos de graduação em engenharia, com respeito às metodologias de ensino. Desta forma, faremos, neste trabalho, uma análise crítica acerca do processo de ensino-aprendizagem em engenharia, apontando diversos problemas e culminando com um exemplo de mudanças na metodologia de ensino para as disciplinas experimentais. Com estas mudanças, pretendemos formar um engenheiro mais crítico e mais habilitado a enfrentar novos desafios.*

**Palavras-chave:** *Ensino de engenharia, Ensino-aprendizagem, Aulas de laboratório.*

### 1. INTRODUÇÃO

Diversos autores nacionais e internacionais (BUCCIARELLI *et al*, 2000; ROMPELMAN, 2000; LINSINGEN *et al*, 1999; SEAT e LORD, 1999) têm apresentado a necessidade da busca de um modelo pedagógico diferente do tradicional transmissão-recepção de informações, para que os nossos alunos possam estar preparados para os novos desafios que as mudanças tecnológicas têm demandado.

No entanto, uma primeira análise da estrutura de grande parte dos cursos de graduação em engenharia e, conseqüentemente das práticas pedagógicas que se dão em sala de aula, sugere que tais habilidades e competências não estão sendo desenvolvidas pelos futuros engenheiros de uma forma plena (SIMON *et al*, 2002; BAZZO, 1998). Segundo NGUYEN (1998): “Neste ambiente de rápida mudança há (...) um grande foco nas competências técnicas dos engenheiros, mas não suficiente em competências não técnicas tais como comunicação, resolução de problemas e habilidades de gestão: requer-se hoje aos engenheiros graduados um leque de habilidades e atributos mais amplo do que a capacidade técnica antigamente demandada”. (NGUYEN, 1998)

Assim, ao mesmo tempo em que a universidade, na maioria dos seus cursos de graduação, tem apresentado apenas informações sem considerar os contextos sociais, esses

cursos não têm permitido que os alunos desenvolvam os seus próprios métodos para resolverem problemas mais próximos da realidade (BARROS FILHO *et al*, 1999; BEZT, 1997).

Desta forma, muitos graduados têm falta de conhecimento e habilidades que são fundamentais para a prática de sua profissão (RAJU e SANKAR, 1999). Segundo MCCRAW (*apud* RAJU e SANKAR, 1999): “(...) *muitos engenheiros graduados conhecem pouco sobre finanças, marketing, comunicação, relações de fornecimento a clientes, leis ou qualquer outra destas profissões que compõem o trabalho real e rotineiro de uma organização. Neste mundo de mercado competitivo, este tipo de conhecimento não é apenas um diferencial a mais, é uma necessidade (...)*” (MCCRAW *apud* RAJU e SANKAR, 1999).

Uma possível causa desta defasagem, em parte, pode ser atribuída à forma como as disciplinas dos cursos de graduação em engenharia estão estruturadas. Por exemplo, estas disciplinas são compartimentadas, ou seja, são realizadas de forma estanque, muitas vezes não se relacionando com as demais em nenhum aspecto. Como a sua integração é deixada a cargo dos alunos, esta geralmente não é realizada. Discutindo esta mesma questão, as diretrizes curriculares de engenharia (BRASIL,1999) colocam: “(...) *Frisa-se que os itens abaixo não necessariamente correspondem a disciplinas individuais. Recomenda-se a distribuição dos mesmos ao longo das atividades acadêmicas (...)* Administração, (...) Economia, (...) Ciências do Ambiente, (...) Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania (...)” (BRASIL,1999).

Embora o documento acima citado dê indicações de que esta temática já começou a ser discutida nos fóruns universitários, verificamos que esta ainda está em seu início e que a compartimentação dos conteúdos das disciplinas é uma realidade, difícil de ser modificada.

A forma como cada disciplina é organizada pedagogicamente, também parece contribuir para o seu isolamento. Muitas vezes, o ensino está baseado apenas na transmissão e recepção de conhecimentos já elaborados. Este modelo entende a Ciência como sendo um corpo de conhecimentos acabado que se forma por justaposição. No início do ensino, os alunos são encarados como tendo uma mente vazia. A cada aula, o professor transmite (geralmente através de uma exposição oral com o auxílio do quadro-negro) um pouco dos seus conhecimentos para os alunos. Neste modelo, admite-se que os alunos aprendem assistindo às exposições do professor e repetindo, através da cópia, a resolução de exercícios padronizados.

Desta forma, os alunos mantêm atitudes passivas frente ao conhecimento, não possibilitando que se abordem problemas mais próximos da realidade ou que novas habilidades sejam desenvolvidas. Na qualidade de receptores passivos de informações, o máximo que se consegue é aprender a reproduzir o que já existe. Perde-se a possibilidade de trabalhar com situações-problema mais abertas, de uma forma mais investigativa e criativa, realizando análises qualitativas, propondo e testando hipóteses, trabalhando em grupos de forma cooperativa, testando as limitações dos modelos usados, decidindo que modelo e quais teorias devem ser usadas etc.

Da mesma forma, constatamos que o ensino das disciplinas tecnológicas e técnicas, sobretudo as experimentais, tem sido tratado, em muitos casos, de forma semelhante àquelas científicas ou ainda, em outros como sendo uma “Física ou Química do cotidiano” ou uma “Física ou Química aplicada” .

Muitos são os problemas que acabam por dificultar o trabalho do professor em sala de aula. Além de não ter os alunos que querem

(e talvez nunca os tenham!), os professores são demandados por fazer coisas que os seus professores não faziam, acabam sendo cobrados como se fossem professores do ensino fundamental e ainda estão entre o “rochedo e o mar”, quer dizer, entre as cobranças de alunos pagantes e as exigências do MEC (provão, reconhecimento de curso, índice de qualidade etc.).

Mas que soluções podem ser fornecidas, para que estes professores tenham um desempenho melhor em sala de aula. Longe de medidas paliativas e “placebos” devemos nos preocupar com a sala de aula.

Três premissas podem ser colocadas sobre o processo de aprendizagem: a) aprender é construir significados; não se lê a realidade como ela se apresenta; b) compreender algo significa construir significados, pois os fragmentos isolados são esquecidos rapidamente, e c) tudo que se aprende depende dos conhecimentos que já se tinha antes.

Desta forma, podemos dizer que para que o aluno aprenda, o conhecimento apresentado pelo professor deve possuir algum significado para o aluno, que o interpretará segundo sua realidade e conhecimentos prévios.

## **2. UM EXEMPLO DE ENSINO DE ENGENHARIA PARA AS DISCIPLINAS EXPERIMENTAIS**

Primeiramente, se queremos elaborar uma nova metodologia de ensino para as disciplinas experimentais, devemos superar a idéia de que basta ter laboratórios. Devemos resgatar as concepções mais amplas do que venham a ser estes ambientes de ensino: Labor = trabalho e Oratório = reflexão! Não se pode pensar no ensino experimental como encerrado em si mesmo, como uma situação dada, que basta ter-se para se conseguir ensinar e formar engenheiros críticos.

Devemos também superar a idéia de que basta ver para aprender. Todo professor mais atento sabe que nas situações de ensino mais tradicionais, no sentido dado acima, o laboratório passa a ser uma atividade enfadonha, que prima mais pelo “trabalho braçal” do que pelo aprendizado significativo. Os alunos chegam a ser orientados pelos veteranos a ter posturas específicas e sobre as melhores formas de copiar relatórios para “cumprir a tabela”, como em um jogo onde se sabe de antemão os resultados. Além do mais, um sujeito só apreende o que a sua estrutura cognitiva permite inferir. Como temos sujeitos diferentes, precisamos usar de estratégias que possibilitem a superação da mera observação empírica.

Além disso, os equipamentos e dispositivos devem conter possibilidades de serem desregulados, isto é, estes devem ser construídos com elementos variáveis que permitam ser ajustados segundo conveniências. No caso de um motor a combustão, pode-se, além das admissões de combustível e ar, introduzir, por exemplo, um parafuso com rosca fina nas câmaras de combustão para variar os seus volumes ou colocar elementos nas válvulas para que a entrada da mistura e a saída de gases sejam irregulares.

Com isso, pretendemos criar um ambiente de investigação, onde os experimentos devam ser iniciados por um questionamento que permita fazer os estudantes pensarem sobre o que é que se quer ensinar; sobre os fenômenos envolvidos e sobre as formas alternativas de fazer a mesma coisa. Em uma concepção mais próxima da realidade, deve-se permitir que os estudantes possam ter acesso às informações sobre o tipo de tecnologia envolvida nos dispositivos e sobre os elementos da história do desenvolvimento dele. No caso do nosso motor a combustão, pode-se perguntar: Quais são as variáveis significativas para que o motor trabalhe com rendimento máximo? O que poderia ser feito para que ele fosse mais eficiente? Como seria um motor ideal? O que ele deveria atender?

Hoje, diferentemente do passado recente, não se desenvolvem novas tecnologias isoladamente. Há a necessidade de se trabalhar em equipes, de forma que um engenheiro deve saber inserir-se nesse contexto e permitir que todos possam vir a crescer. Por isso, há a necessidade de se fomentar o trabalho em equipe. Os questionamentos propostos acima devem ser debatidos e discutidos pela equipe e esta deve apresentar um conjunto de propostas e respostas para que sejam debatidas por todo o grupo classe. Só a partir disto que sugerimos iniciar propriamente dito a experimentação.

Assim, torna-se importante neste contexto, criar uma perspectiva metacognitiva. Isto é, que os alunos possam vir a refletir sobre o que propuseram e sobre o que viram “na prática”, de forma a não perder o que foi discutido e debatido. Os alunos devem ser levados a criar um espírito questionador e crítico, em relação aos outros e em relação a si próprios.

A seguir, o relatório deve ser estabelecido como um conjunto de sistematizações do processo, onde torna-se mais importante o processo vivido do que os resultados (burocráticos) que um grupo de alunos possa apresentar. Refletir e sistematizar os processos permite que os alunos possam desenvolver seus próprios métodos de busca de soluções. Quando formamos alunos que podem vir a apresentar caminhos diferentes daqueles já trilhados, estamos criando hábitos de autonomia e de desenvolvimento de possibilidades novas. A construção de novas possibilidades distingue o nível dos profissionais e a qualidade das possíveis adaptações que estes irão fazer nos seus ambientes de trabalho.

Para isso, devemos permitir que durante todo o processo os alunos possam formular hipóteses e testá-las. Há, em muitas Universidades, oficinas bem estruturadas que poderiam, entre outras coisas, auxiliar os alunos a construir novos equipamentos e a fazer mudanças estruturais nos que existem ou, ainda, agregar novos elementos a estes. Dessa forma, os laboratórios passam a ser muito mais dinâmicos nas suas concepções, além de estabelecer uma ponte imprescindível entre o conhecimento teórico da academia e os saberes e experiências dos técnicos que trabalham na manutenção, estreitando as relações entre o conhecimento erudito e a experiência de vida daqueles.

Neste contexto, não podemos ensinar tudo o que pretendemos. Devemos selecionar um conjunto de experiências mais significativas para que os alunos tenham maior contato com estas, dentro daquilo que estamos propondo, ou seja, definir um conjunto de experimentos centrais e essenciais. Teríamos um número menor de equipamentos, mas estaríamos garantindo um aprendizado mais intenso e significativo; quando se consegue desenvolver o espírito crítico, ganha-se na autonomia.

Ao final deste processo, é extremamente importante que se possa discutir os relatórios apresentados, buscando dar feedbacks aos alunos. Normalmente, finalizam-se as atividades com a devolução dos relatórios, apenas. Assim, não é permitido aos alunos saberem quais foram as qualidades e defeitos que estes instrumentos possuem. Os professores devem marcar um horário com os integrantes de um grupo para fazer comentários sobre o processo ocorrido. Além de caracterizar a seriedade do processo, pode-se ainda debater outros aspectos que nunca são explicitados, tais como o que se esperava deles e o que foi realizado.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Para finalizar iremos apresentar alguns comentários alertando para as possíveis dificuldades na aplicação desta nova metodologia. Como dissemos anteriormente, não podemos ensinar tudo o que pretendemos. No entanto, quando apresentamos um problema e envolvemos os alunos em um processo de investigação, surgem à tona suas concepções de senso comum ou espontâneas, o que permite que possamos vir a atacá-las e provocar mudanças mais significativas. Assim, intencionamos trabalhar alguns conteúdos e acabamos por tratar muitos outros, com a vantagem de serem aspectos significativos dos alunos e não mais informações desconexas para eles. “Perde-se” tempo, mas ganha-se em qualidade.

Além disso, podemos encontrar algumas dificuldades ao se trabalhar com alunos acostumados com uma metodologia de transmissão-recepção, pois os alunos, sobretudo universitários dos últimos semestres, devem apresentar muitas resistências e continuar buscando burlar o sistema. Deve-se estar atento para iniciar a disciplina com uma conversa sobre as habilidades que são exigidas para o futuro engenheiro e mostrar que nesta disciplina ocorrerá uma aproximação dessas às essas novas demandas.

Podemos colocar também que esta metodologia acaba exigindo mais do professor, ou seja, ele deve estar sempre alerta para as produções que os alunos estão apresentando. Deve buscar fazer modificações nas seqüências sempre que notar que uma das etapas não está produzindo os resultados esperados, pois quando trabalhamos com problemas abertos, podemos estar sujeitos a diversos tipos de intempéries. Também deve estar atento para

resultados pouco comuns, que antes de serem impedimentos podem se transformar em fonte valiosa de discussões e de novas possibilidades.

Neste contexto a postura do professor não deve ser mais a do “magister dixit” (ou o “mestre disse”, no sentido de autoridade inquestionável) ou do sábio, pronta a dar informações de todo o tipo e sem perceber solucionar o problema antes dos alunos. Ele deve permitir que os alunos possam escolher e trilhar caminhos muitas vezes infrutíferos e que devem recair sobre conclusões inverossímeis, mas não se pode esquecer que os alunos estão aprendendo e buscando desenvolver processos sem grandes experiências no traquejo de idéias, conceitos, técnicas e equipamentos, tal qual todos os especialistas foram um dia.

Desta forma, a metodologia de ensino apresentada neste artigo tem por objetivo formar um engenheiro mais crítico e mais habilitado a enfrentar novos desafios.

#### 4. REFERÊNCIAS

BARROS FILHO, J.; SILVA, D.; SANCHEZ, C.G.; ALMEIDA, N.; SILVA, C.A.D.; LACERDA NETO, J.C.N.; ORDONES, J.F. Resgatando no passado novas perspectivas para o ensino de engenharia In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 15, 1999. Águas de Lindóia. **Anais eletrônico**. Águas de Lindóia: ABENGE, 1999, [CD-ROM].

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: E o Contexto da Educação Tecnológica**. Florianópolis: EDUFSC, 1998. cap.2.

BETZ, J. A. R. A. Constructing cooperative systems in engineering technology. **Journal Educational Technology Systems**: [s.l.]. v.25, n. 2, 1997, p. 97-108.

BRASIL - MEC - Ministério da Educação e do Desporto. **Proposta de Diretrizes Curriculares dos cursos de Engenharia**, 1999. Disponível em: [www.mec.gov.br](http://www.mec.gov.br). Acesso em: 18/05/2002.

BUCCIARELLI, L. L.; EINSTEIN, H. H.; TERENCEZINI, P. T. e WALSER, A. D. ECSEL/MIT Engineering Education Workshop'99: A Report with Recommendations. **Journal of Engineering Education**: [Washington], v. 89, n.2, p. 141-150, 2000.

LINSINGEN, I.von; PEREIRA, L. T. V.; BAZZO, W. A. Falando do conteúdo, uma visão do NEPET. In LINSINGEN, I. von et al. **Formação do engenheiro**. Florianópolis: EDUFSC, 1999. p. 3-10.

NGUYEN, D. Q.; PUDLOWSKI, Z. J. The perspective of African Students on Environmental Education in Engineering Courses in the Republic of South Africa. **Global Journal of Engineering Education**: Melbourne, v.2, n.2, p. 169-176, 1998. Disponível em: [www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee](http://www.eng.monash.edu.au/uicee/gjee). Acesso em 18 jan. 2003.

RAJU, P. K.; SANKAR, C. S. Teaching Real – Word Issues through Case Studies. **Journal of Engineering Education**. v. 88, n. 4, 1999, p. 501 –508.

ROMPELMAN, O. Assessment of student learning: evolution of objectives in engineering education and the consequences for assessment. **European Journal of Engineering Education**: Oxfordshire, v. 25, n.4, p. 339-350, 2000.

SEAT, E.; LORD, S. M. Enabling Effective Engineering Teams: A Program for Teaching Interaction Skills. **Journal of Engineering Education**. v. 88, n. 4, 1999, p. 385-390.

SIMON, F, O.; BARROS FILHO, J.; SILVA, D.; SÁNCHEZ, C. G., 2002. Algumas tendências sobre habilidades e competências exigidas nos cursos de graduação em engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 30., 2002, Piracicaba. **Anais eletrônico**. Piracicaba: ABENGE, 2002, [CD-ROM].

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.