

## **ENSINO DE ENGENHARIA: possibilidades de uma perspectiva freireana**

**Liane Ludwig Loder** - lludwig@eletro.ufrgs.br  
UFRGS, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Elétrica  
Av. Osvaldo Aranha 103  
90035190 – Porto Alegre - RS

**Resumo:** *Neste artigo é apresentado um estudo em que, a partir da análise de propostas pedagógicas de Paulo Freire, focadas na educação de jovens e adultos de países não desenvolvidos economicamente, se investigam possíveis contribuições das mesmas no âmbito não só do ensino, mas, de forma mais ampla, da educação em engenharia. Ao final deste ensaio, propõe-se, à luz dessas considerações, uma estratégia pedagógica para cursos de engenharia.*

**Palavras-chave:** *Pedagogia Universitária, Educação em Engenharia.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Esse trabalho é parte de uma pesquisa que objetiva delinear uma proposta pedagógica condizente com as especificidades que a formação de um engenheiro contemporâneo requer. Nesse trabalho mais amplo pretende-se, a partir de uma visão epistemológica construtivista, chegar a uma proposta de pedagogia que privilegie a formação de um engenheiro autônomo, empreendedor e consciente de seu papel como cidadão de um mundo em constante transformação. Em outras palavras, um engenheiro que age de modo a encontrar soluções pautadas não só pela técnica, limitada por sua vez por fatores econômicos ditados pelo capital, mas também por fatores ligados ao custo social e ambiental dessas soluções.

Nessa investigação mais ampla têm lugar privilegiado as proposições da Pedagogia fundadas na construção do conhecimento o que nos remete a autores como Jean Piaget (Epistemologia Genética), Paulo Freire (Educação Popular e Libertadora) e David Ausubel (Aprendizagem Significativa).

Neste artigo, particularmente, é apresentado um ensaio em que se analisam as propostas pedagógicas de Paulo Freire, focadas na educação de jovens e adultos de países não desenvolvidos economicamente, a partir do que se investigam possíveis contribuições destas propostas, no âmbito da educação em engenharia.

### **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **2.1 Propostas pedagógicas de Paulo Freire**

##### ***A Educação como prática da liberdade***

Para FREIRE (1985), a educação é condição importante para que o real exercício da cidadania do indivíduo possa se dar. O Autor se refere à educação como algo mais abrangente que o ensino. Aquela responderia pela formação do indivíduo como um todo, envolvendo os aspectos do ensino e da aprendizagem, enquanto o último se referiria mais especificamente à

ação docente. Tendo foco na formação do cidadão, a educação deve privilegiar o diálogo, o esclarecimento e a participação. De acordo com as palavras de FREIRE (1985, p.93):

*Não há nada mais que contradiga e comprometa a emersão popular do que uma educação que não jogue o educando às experiências do debate e da análise dos problemas e que não lhe propicie condições de verdadeira participação.*

E, ainda (p. 93):

*Entre nós a educação teria de ser, acima de tudo, uma tentativa constante de mudança de atitude. De criação de disposições democráticas através da qual se substituíssem no brasileiro, antigos e culturoológicos hábitos de passividade, por novos hábitos de participação e ingerência.*

Segundo Paulo Freire, a ação educativa com o propósito de educar deve buscar na realidade do aprendiz seu ponto de partida e, fundamentada em teorias consistentes, deve criar condições para o diálogo. A partir disso se espera que o educando seja capaz de realizar tomadas de consciência que possibilitem o surgimento de um espírito verdadeiramente crítico. De acordo com FREIRE (1985, p.93):

*Quase sempre ao se criticar o gosto pela palavra "ôca", da verbosidade, em nossa educação, se diz dela que seu pecado é ser teórica. Identifica-se, assim, absurdamente, teoria com verbalismo. De teoria, na verdade, precisamos nós. Da teoria que implica uma inserção na realidade, num contato analítico com o existente.*

Ainda (p. 95):

*Quanto menos criticidade em nós, tanto mais ingenuamente tratamos os problemas e discutimos superficialmente os assuntos.*

Essa responsabilidade da tarefa educativa de formar o cidadão deve estar presente, segundo Freire, em todos os níveis da educação escolarizada, incluindo aí o caso da formação profissional. Afinal, mais que formar o indivíduo com competências nessa ou naquela profissão, a sociedade espera a formação de um cidadão, com habilitação nessa ou naquela profissão. Segundo FREIRE(1985. P. 97):

*Sentimos a necessidade de uma indispensável visão harmônica entre a posição verdadeiramente humanista e a tecnológica.. Harmonia que implicasse na superação do falso dilema humanismo-tecnologia.*

Por outro lado, de acordo com Freire, a tarefa educativa pressupõe muito mais do que a simples transmissão de informações. Sem diminuir a importância da informação transmitida, o processo educativo deve estar focado na formação e, por isso mesmo, esse processo possui uma dimensão muito mais ampla do que a mera transmissão de conhecimentos o que requer uma ação docente coerente com esse pressuposto. Usando as palavras de FREIRE (2002, p.136):

*Na verdade, toda a informação traz em si a possibilidade de seu alongamento em formação, desde que os conteúdos constituintes da informação sejam assenhoriados pelo informado e não por ele engolidos ou, simplesmente, justapostos. Nesse caso, a informação não comunica, veicula comunicados, palavras de ordem.*

Para FREIRE (2002) a postura pedagógica diretiva (professor ensina  $\Rightarrow$  aluno aprende), está intimamente ligada a uma compreensão mecanicista, autoritária e fatalista de mundo. As coisas são como são, as possibilidades já estão todas dadas, o percurso da história não depende da ação do indivíduo. De acordo com FREIRE(2002, p. 151):

*Enquanto, na compreensão mecanicista e autoritária, em que o futuro desproblematizado, será o que tem que ser, o que já se sabe o que será, a*

*educação se reduz à transferência de receitas, de pacotes conteudísticos. Na dialética, na história como possibilidade, começa que não há um só futuro, mas diferentes hipóteses de futuro... numa perspectiva dialética, por isso mesmo não-determinista, a educação deve ser, cada vez mais, uma experiência de decisão, de ruptura, de pensar certo, de conhecimento crítico.*

### **A Pedagogia focada na Autonomia**

FREIRE (1997) propõe que a ação pedagógica do professor deve objetivar a formação do cidadão autônomo e, nessa perspectiva, o enfoque de sua obra é na formação e não na transmissão de informação. Tendo em vista a relação dialética entre ensino e aprendizagem. FREIRE (1997, P. 52) destaca que a docência só se efetiva quando o aprendizado se dá. Conforme palavras do Autor:

*Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção.*

Sem dissociar o ensino da aprendizagem, e também sem partir do pressuposto de que o ensino precede a aprendizagem, FREIRE (1997) destaca algumas características que, no seu entendimento, são importantes e devem ser observadas no exercício do ensinar. Segundo Freire, ensinar exige:

- PESQUISA - é da natureza da prática docente a indagação, a busca de novos saberes e perspectivas, enfim a pesquisa;
- RESPEITO AOS SABERES DO EDUCANDO - a ação docente inicia com o aprendizado pelo professor de seu aluno. Os saberes dos educandos devem constituir ponto de partida para a prática educativa. É respeitando os saberes dos educandos que o ensino pode se efetivar com qualidade;
- RESPEITO À AUTONOMIA DO EDUCANDO - ao professor é vedado desprezar a curiosidade do aluno, o seu gosto estético, a sua linguagem, os seus valores. Ao mesmo tempo, do professor se exige o exercício da autoridade que lhe é própria para que as relações aluno-professor, aluno-aluno, se dêem no âmbito da sala de forma a garantir vez e voz a todos. Em suma, do professor se exige autoridade e se abomina tanto o autoritarismo quanto a licenciosidade;
- BOM SENSO - ou o melhor senso possível. Este se reflete, por exemplo, no exercício da autoridade do professor. Segundo FREIRE (1997, p. 68):

*É o meu bom senso que me adverte de que exercer a minha autoridade de professor na classe, tomando decisões, orientando atividades, estabelecendo tarefas, cobrando a produção individual e coletiva do grupo não é sinal de autoritarismo de minha parte.*

- CRITICIDADE - a postura crítica a que se refere Freire é melhor entendida ao se fazer um paralelo com a postura ingênua. Essa está associada ao saber do senso comum enquanto aquela nos remete a um saber sistematizado, próprio do cientista, do pesquisador.
- ÉTICA - dentro e fora da sala de aula. Ser ético para Freire é estar permanentemente exercendo uma postura ética, solidária. Para melhor esclarecer o pensamento de Freire sobre esse quesito convém reproduzir seu texto FREIRE(1997, p. 68):

*Não é preciso ser um professor de ética para me dizer que não posso, como orientador, surpreender o pós-graduando com críticas duras ao seu trabalho porque um dos examinadores foi severo em sua argüição. Se eu concordo com as críticas feitas não outro caminho sem não solidarizar-me de público com o orientando, dividindo com ele a responsabilidade do equívoco ou do erro criticado.*

Ou ainda em FREIRE (2002, p. 168):

*O fato, porém, de não poder ser a prática educativa neutra não pode levar o educador a pretender ou a tentar, por caminhos sub-reptícios ou não, impor aos educandos os seus gostos, não importam quais sejam. Esta é a dimensão ética da natureza da prática educativa.*

- ACEITAÇÃO DO NOVO E REJEIÇÃO À QUALQUER COMPORTAMENTO DISCRIMINATÓRIO
- GENEROSIDADE - faz parte do comportamento ético esperado do professor e dos alunos, é elemento fundante de um espaço pedagógico com caráter formador.
- REFLEXÃO CRÍTICA PERMANENTE SOBRE A PRÁTICA - a reflexão crítica como algo que proporciona a ação dialética entre o fazer e o pensar sobre o que fazer e sobre o que foi feito. Para FREIRE (1997, p. 44):

*... quanto mais me assumo como estou sendo e percebo a ou as razões de ser de porque estou sendo assim, mais me torno capaz de mudar, de promover-me, no caso, do estado de curiosidade ingênua para o de curiosidade epistemológica.*

- CONSCIÊNCIA DA MUTABILIDADE DOS CONHECIMENTOS que é inerente ao avanço da Ciência;
- HUMILDADE E TOLERÂNCIA - necessárias para evitar procedimentos do educador que possam ser inibidores à necessária curiosidade do aluno. De acordo com FREIRE (1997, p. 73), o professor precisa estar consciente de que sua ação pedagógica nunca é neutra, pode ser uma experiência positiva ou negativa, o professor pode propiciar que o aluno aprenda mas também pode evitar que isso aconteça:

*O professor autoritário, o professor licenciado, o professor competente, sério, o professor incompetente, irresponsável, o professor amoroso da vida e das gentes, o professor mal-amado, sempre com raiva do mundo e das pessoas, frio, burocrático, racionalista, nenhum desses passa pelo mundo sem deixar sua marca.*

- ALEGRIA E ESPERANÇA - a prática educativa requer um educador que se compraz com a sua atividade, que tem prazer em estar em sala de aula com os seus alunos e que não abandona a esperança de que a ação educativa é importante motor da formação de seu aluno como profissional e cidadão do mundo. Para FREIRE(2002, p.151), a educação deve ser:

*Uma experiência esperançosa, e não desesperançada, já que o futuro não é um dado dado, uma sina, um fado. Daí, também, que a educação demande de seus sujeitos alto senso de responsabilidade.*

- CURIOSIDADE - segundo Freire, o professor que tolhe a curiosidade do aluno acaba tolhendo a sua própria curiosidade e o movimento que advém dela - a busca incessante da novidade no pensar e no agir;
- COMPROMETIMENTO E DISPOSIÇÃO PARA O DIÁLOGO - compromisso do professor em alcançar o intento de promover o aprendizado do aluno, o que requer o diálogo, instrumento eficaz para verificar o alcance do objetivo proposto;
- SEGURANÇA E COMPETÊNCIA PROFISSIONAL - a incompetência profissional desqualifica o professor enquanto autoridade. Por outro lado, certificada a competência do indivíduo no exercício estrito de sua profissão como cientista ou como profissional liberal, isso não garante que o mesmo esteja qualificado para a docência.

## **2.2 O ensino em engenharia no Brasil**

Analisar o estado atual do ensino de engenharia no Brasil sem olhar para o seu passado é restringir nosso estudo ao momento atual, o que pode nos levar a obter uma imagem falseada da realidade. Ao analisar o ensino em engenharia da atualidade tendo como pano de fundo a perspectiva histórica, pode-se melhor entender o que motiva esse ou aquele comportamento pedagógico. Isso nos leva à necessidade de buscar as raízes históricas do ensino em engenharia, é o que faremos a seguir.

### ***A influência do positivismo no ensino em Engenharia***

O crescimento industrial, na primeira metade do séc. XIX, provoca uma interação cada vez maior entre a indústria e a academia. A primeira, ciosa de soluções que assegurem um lucro maior e um retorno financeiro mais rápido, leva a segunda a optar pelo pragmatismo, a adotar uma visão positivista no ensino.

Em termos do processo educativo, a consequência desse movimento foi a fundação de institutos técnicos com o objetivo de formar mão de obra, tanto infantil como adulta, para a indústria da manufatura. Na Inglaterra, nesse período, chega-se ao ponto de existir mais de *seiscentos institutos e sociedades científicas dedicadas aos estudos tecnológicos relacionados aos processos de Manufatura, de Química, Geologia, Mineração, Engenharia, construção, Agrimensura e Metalurgia* (GILES, 1987, p. 240).

Na Alemanha o mesmo processo se repetiu, resultando na criação das Escolas Técnicas Superiores (*Technische Hochschulen*). O mesmo ocorreu em outros países europeus, também em processo de industrialização.

No âmbito desses cursos técnicos predomina a visão científica, completamente depurada de valores morais, sociais ou religiosos. De acordo com o ideal expresso pelo fundador do positivismo, Augusto Comte (1798-1857), em sua obra *Cours de Philosophie Positive* (Curso de Filosofia Positiva). Para Comte a humanidade deve evoluir, etapa por etapa, da interpretação religiosa da realidade, passando pela interpretação metafísica, para enfim chegar à plena compreensão positiva da realidade pelo uso do raciocínio indutivo. Para o positivismo é através da experimentação que se tem acesso ao verdadeiro conhecimento, esse resulta da observação direta da experiência concreta.

O ideal positivista torna-se base dos emergentes sistemas educacionais nos países industrializados: Prússia (1869), Inglaterra (1880), França (1882) e Estados Unidos (entre 1850 e 1918), e se estende aos demais países europeus e suas respectivas colônias.

Dentro desse modelo, e de acordo com o ideal positivista, é fundamental e necessária a intervenção do professor no processo educativo, com a finalidade de *reconstruir as experiências perceptivas confusas do aprendiz, introduzindo-lhe uma estrutura. Essa reestruturação se fará de acordo com a psicologia natural, seguindo o mesmo caminho que a mente segue na formulação das idéias corretas com referência às relações externas no mundo objetivo* (GILES, 1987, p.242).

Na perspectiva positivista, mente e corpo são aspectos duais do homem, a partir dessa compreensão a disciplina passa a ter um papel importante, o aprendiz deve aprender a ficar quieto para dar lugar à atividade necessária da mente em seu aprendizado. Dá-se ênfase na percepção e na indução, elementos fundamentais no processo educativo e, nesse contexto, o professor assume papel central uma vez que ele passa a ser responsável por orientar a percepção do aluno com o propósito de levá-lo a atingir os resultados corretos. Ao professor cabe ministrar aulas bem organizadas com o objetivo de conseguir uma uniformidade na formação do aluno, futuro operário do sistema industrial que opera baseado na uniformidade das tarefas executadas (processo da linha de montagem). No processo educativo, dentro da filosofia positivista, *deve-se evitar tudo o que possa levar ao individualismo ou à autonomia pessoal* (GILES, 1987, p. 245)

### ***A influência positivista na origem e no ensino em engenharia no Rio Grande do Sul***

A ideologia positivista no final do séc XIX e início do séc. XX, encontrava terreno fértil na comunidade de professores e alunos da Escola Militar de Porto Alegre, e passou a ter influência marcante em nível municipal e estadual a partir da ascensão dos republicanos castilhistas ao governo do Estado. Essa influência se traduz, no tocante à criação e expansão do ensino superior no estado, em uma ação paradoxal: *De uma parte, os positivistas alimentavam extraordinária devoção pelas ciências, tudo esperando das conquistas culturais*

*da humanidade, de parceria com o simultâneo aperfeiçoamento moral. Mas, de acordo com os preceitos de Augusto Comte, que sofrera frustrações em sua carreira universitária, e era hostil a quaisquer privilégios fundados no diploma acadêmica, o poder público apenas deveria cuidar da instrução fundamental, assegurando a todos noções gerais e enciclopédicas, que evitariam a preponderância excessiva e irresistível dos donos de uma ilustração privilegiada. Quanto aos ensinamentos secundário e superior, neles não interviria o governo, ficando assegurada a livre iniciativa dos particulares. Desta forma, visava-se a evitar o nascimento de uma "ciência oficial", que deformaria e viciaria a livre consciência dos cidadãos.* (FRANCO, 1978)

O pensamento positivista permeava entre os intelectuais e dirigentes na época, justificando a inclusão, na Carta Constitucional do Estado em 1891, do seguinte dispositivo: *"Não são admitidos também no serviço do estado os privilégios de diplomas eclesiásticos ou acadêmicos, quaisquer que sejam, sendo livre, no seu território, o exercício de todas as profissões de ordem moral, intelectual e industrial"*.

No caso do ensino superior, especificamente de engenharia, aparentemente, estabeleceu-se uma consonância entre a política de ensino da Escola de Engenharia de Porto Alegre e o projeto do partido Republicano Rio-Grandense, defensor do positivismo no estado. Prova disso é que a Escola, nessa atmosfera em que o saber fazer tinha prioridade em relação à titulação, desde a sua concepção, enfatizou o ensino prático-profissional. Nesse particular, inspirando-se nos modelos norte-americano e alemão, afastando-se do modelo oficial representado pela Escola Politécnica do Rio de Janeiro que seguia o modelo francês.

Nessa perspectiva, um dos primeiros cursos da Escola de Engenharia de Porto Alegre foi o de Hidráulica, incluindo aí disciplinas que se dedicavam ao saneamento e à navegabilidade de rios, os demais cursos atendiam outras necessidades da época: Estradas, Agrimensura, Arquitetura e Agronomia. Nessa mesma linha, em 1901 a Escola criou o seu Escritório de Engenharia que atendia a comunidade em serviços de engenharia, utilizando a mão de obra de alunos e professores. Da mesma forma, o Relatório de 1909 confirma essa ênfase na formação em prática de engenharia ao descrever que: *"o longo tempo dedicado nos Institutos de Engenharia e Eletrotécnica aos trabalhos de campo, de gabinete e de oficina, deverá forçosamente formar engenheiros e não diplomados em engenharia"*

### ***O ensino em Engenharia na atualidade***

O aumento significativo da pesquisa na área tecnológica a partir da década de 70, do séc. XX, acabou por produzir significativas mudanças na constituição do corpo docente dos cursos de Engenharia.

Apesar do forte apelo à formação do Engenheiro na prática, motivação inicial de muitos cursos no Brasil, conforme relato anterior, o surgimento e a expansão da atividade da pesquisa no âmbito das Escolas e Faculdades de Engenharia e a conseqüente implementação de Programas de Pós-Graduação nas mais diferentes áreas, fez surgir um docente com novo perfil, o docente-pesquisador.

Passamos então, principalmente nas Instituições Públicas de Ensino Superior, do Professor que adquiria sua legitimidade como tal através da sua competência no exercício da sua profissão além dos muros da Universidade, isto é, no mercado de trabalho, para o Professor que adquire sua identidade como tal na Pesquisa, especialmente em áreas estratégicas. Da época do Professor - Engenheiro (Empresário, Industrial, Consultor de Empresas, Construtor, Incorporador e assim por diante) passamos para a época do Professor - Pesquisador. Da época do Professor em tempo parcial na Universidade, conciliando a sua docência com as suas atividades do setor produtivo, passamos para a época do Professor em tempo integral, isto é daquele que compartilha seu tempo entre atividades de docência, pesquisa e extensão, dentro da Universidade.

Essa mudança que, acentuadamente, ocorreu nas Instituições Públicas, vem se refletindo, desde então, na formação dos novos profissionais. Passamos de uma formação voltada à prática estrita da profissão para uma formação em que os profissionais formados são mais afeitos à pesquisa. Tem crescido o número de Empresas que surgem a partir de iniciativas de alunos, e mesmo quando esses alunos passam a integrar uma equipe de uma empresa já constituída, observa-se a tendência desses alunos em ocupar vagas em atividades de desenvolvimento e pesquisa. Dessa forma, observa-se que, mesmo que nos currículos vigentes

não haja um enfoque especial para o empreendedorismo, a atividade de pesquisa que permeia esse currículo parece que acaba por formar engenheiros com maior perfil empreendedor.

Na didática empregada em sala de aula, no entanto, entendemos que essa mudança ainda não repercutiu de forma muito ampla, uma vez que ainda se percebe, em grande escala, a figura do Professor detentor do conhecimento e a transmissão do conhecimento a partir do Professor como prática corrente, à semelhança da pedagogia vigente há quase um século.

### ***O ensino, o treinamento e a aprendizagem – a Educação***

O treinamento opõe-se à aprendizagem na perspectiva construtivista (Piaget, Freire e Ausubel) na medida que treinar pressupõe uma atividade unilateral, enquanto aprender, segundo Piaget, pressupõe uma atividade bilateral. O treinamento de um sujeito (aprendiz) é feito a partir de ações de outro sujeito (instrutor) que usando uma metodologia, normalmente baseada em repetição de ações – leituras orientadas, exercícios de fixação, respostas a questões objetivas até atingir o acerto – transmite ao aprendiz determinado conjunto de informações que, pressupostamente, o habilitarão a exercer determinado ofício.

A epistemologia empirista reside na raiz da ação de treinamento. A ação do aprendiz é reduzida ao valor de mero reforço de estimulação, isto é, a relação estímulo-resposta se apresenta como base para garantir a apreensão do conhecimento pelo aprendiz. O papel deste, no processo, é entendido como o de um mero receptor, destacando-se o papel do instrutor, cuja ação competente garante a eficácia do processo; tal processo encontra expressão na psicologia do comportamento behaviorista. As ações didático-pedagógicas são sempre no sentido de privilegiar o discurso do instrutor ao mesmo tempo que, em nome da repetição, impõem silêncio ao aprendiz. Apesar de representar uma estratégia didática de ampla utilização, a crítica da Pedagogia a esse proceder reside no esvaziamento da ação que objetiva formar o indivíduo e não conformá-lo. Para FREIRE (1997, p. 37), um dos críticos dessa estratégia:

*...transformar a experiência educativa em puro treinamento técnico é amesquinhar o que há de fundamentalmente humano no exercício educativo: o seu caráter formador.*

Já a aprendizagem, de acordo com os conceitos da Epistemologia Genética, pressupõe atividade do sujeito cognitivo (aprendente). Particularmente, na concepção epistemológica piagetiana, o aprendizado não se dá por simples ação dos órgãos sensoriais, ativados por estímulos externos. O aprendizado pressupõe ação do sujeito, o conhecimento é construído. A aprendizagem implica construção.

Dentro dessa perspectiva, pode existir aprendizagem sem ensino mas não existe ensino sem aprendizagem. O ensino, segundo a epistemologia piagetiana, não ocorre se não houver aprendizagem. O ensino não precede a aprendizagem. Na verdade, no âmbito da educação escolarizada, ambos – ensino e aprendizagem – ocorrem como fruto de um processo dialético – processo ensino-aprendizagem.

Aprendizagem e ensino, nessa perspectiva, são duas faces da mesma moeda, uma não está dissociada da outra, ocorrem simultaneamente.

Sob a ótica da epistemologia construtivista, o papel do aluno é tão importante quanto o papel do professor, não há posição marcadamente privilegiada. A reavaliação desses papéis abre possibilidade do professor também aprender e do aluno também ensinar. Evidentemente, a relação aluno-professor sempre será assimétrica tendo em vista a necessária supremacia do conhecimento específico do professor no contexto da educação escolarizada. FREIRE (2002, p. 168), ao falar dos sujeitos da prática educativa, segundo ele, educador e educandos, destaca bem a distinção entre esses dois papéis:

*Um é sujeito do ato de ensinar, outros, sujeitos do ato de aprender. Um aprende ao ensinar, os outros ensinam ao aprender.*

### ***A educação em Engenharia - necessidades emergentes***

O momento atual se caracteriza por uma mudança do paradigma balizador da ação do engenheiro. Esses novos tempos se caracterizam pela priorização do paradigma custo social

e ambiental *versus* benefício social e ambiental, deixando em segundo plano o paradigma tradicional representado pela relação custo econômico *versus* benefício econômico.

Nos cursos de Engenharia, é priorizado o estudo das ciências e das técnicas, o que é plenamente justificável. No entanto, a crítica que começa a surgir, na sociedade e no meio acadêmico, sinaliza problemas nesse processo de formação tendo em vista que, em geral, esse estudo não é contextualizado em termos sociais e ambientais. Em outras palavras, na academia a formação do engenheiro se dá depurada de outras implicações além das de cunho técnico e econômico, isto é, depurada das implicações ambientais ou sociais que podem resultar de sua ação.

Essa mudança de paradigmas balizadores da ação do engenheiro tem-se refletido nas Escolas de Engenharia, fazendo com que se multipliquem as ações no sentido de se buscar continuamente, além da formação de um profissional capacitado tecnicamente (com domínio da técnica), a de um cidadão consciente (com domínio da técnica aliada ao domínio da emoção e o despertar de sua cidadania).

A visão contemporânea de engenharia é a de um ofício que se impõe para resolver problemas tecnológicos e alavancar o progresso da sociedade na qual está inserida, atuando ora como tecnologia, ora como ciência, regida pelos impactos sociais, ambientais, econômicos e técnicos, cada vez mais nessa ordem, das soluções que adota. Nessa perspectiva, a educação em engenharia vem, e deve continuar, sofrendo mudanças, adotando diretrizes que privilegiem a formação do cidadão-engenheiro em lugar do técnico-engenheiro. E, nesse contexto, entendemos que as propostas de Freire de uma educação democrática e democratizadora podem fornecer contribuições importantes.

### **3 UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: contribuições de uma perspectiva freiriana**

Investir na concepção dialética de ensino e de aprendizagem é uma forma do professor, e da Instituição que o abriga, possibilitar a formação de um profissional de engenharia com amplo horizonte. Isto é, um profissional que, além do conhecimento da técnica já consolidada, seja capaz de inovar e engendrar novas técnicas e soluções para problemas de engenharia, sem deixar de considerar os impactos sociais e ambientais das suas decisões.

Dentro de uma concepção dialética, o ensino não é visto isolado da aprendizagem, o trabalho do professor dá-se par e passo com o trabalho do aluno. É da interação entre eles que, no âmbito da educação escolarizada, o aluno vai construindo seu aprendizado tendo o professor como guia e referência. Ao professor cabe orientar essa construção, problematizando o conteúdo, lançando desafios aos seus alunos, avaliando os resultados da aprendizagem e propondo novos caminhos para que essa aprendizagem se dê.

Ao fazer a opção pela aprendizagem por construção, o professor deve adequar a sua estratégia pedagógica de forma a sintonizá-la com a dinâmica da construção do conhecimento.

Considerando que, sob uma perspectiva construtivista, as condições necessárias para conhecer pressupõem que:

- a. o sujeito precisa desejar o conhecimento,
- b. o sujeito precisa ter estruturas cognitivas (endógenas) que permitam a assimilação e a acomodação desse conhecimento. Processo esse sem início nem fim absolutos e que ocorre em função da permanente atividade do sujeito, imerso em uma realidade social e psicológica que lhes são próprias.

E ainda que:

- a) o conhecimento novo se constrói a partir do anterior, novas estruturas cognitivas (forma) são desenvolvidas a partir do movimento cognitivo representado pelas sucessivas assimilações e acomodações. Dessa forma, o sujeito epistêmico atinge patamares de conhecimento (tanto em forma como em conteúdo) superiores.
- b) o conhecimento conceitual é construído através da interação do sujeito com ele mesmo e com o mundo que o cerca. Nesse contexto a linguagem, em suas múltiplas acepções, assume papel importante como um dos instrumentos de que o sujeito cognitivo dispõe.



c) o conhecimento não se dá de uma forma linear, mas por aproximações sucessivas (sínteses cada vez mais elaboradas) que metaforicamente podemos aproximar de um movimento em espiral ascendente. A cada anel dessa espiral corresponde um patamar cognitivo. Dentro dessa metáfora, os patamares de conhecimento são cada vez mais amplos correspondendo a um nível de estrutura (forma) e de conteúdo de conhecimento com complexidades cada vez maiores;

d) o sujeito cognitivo ascende a cada patamar de conhecimento como resultado de uma acomodação (concepção piagetiana) mediada por uma tomada de consciência.

e) diante das situações problematizadoras, o sujeito elabora hipóteses explicativas e realiza ações para entendê-las e explicá-las. Em outras palavras, o sujeito as analisa e extrai a partir de abstrações empíricas e reflexionantes (ações, respectivamente, em nível concreto e formal) o conhecimento novo que advém do desvelamento do problema proposto.

E, finalmente, considerando que a capacidade de criar novidades habilita o sujeito a agir autonomamente., sugere-se, com o intuito de exercer um ensino que privilegie a aprendizagem, que a pedagogia utilizada pelo Professor possibilite que ele:

1. seja capaz de identificar as condições prévias do aluno em termos de habilidades cognitivas e conteúdo de conhecimento, a partir do que sejam estabelecidas estratégias que possibilitem ao aluno construir e ampliar seu conhecimento bem como sua capacidade de aprender;
2. permita a ação do aluno no espaço da sala de aula, nas suas mais diversas variantes: ação motora, verbal ou cognitiva;
3. procure continuamente manter-se focado na construção de um ambiente de aprendizagem em sala de aula, afastando-se o mais possível de um cronograma rígido em datas e em conteúdo;
4. seja capaz de avaliar continuamente o aprendizado do seu aluno e, dessa forma, consiga retroalimentar o processo de ensino com base nessa avaliação;
5. permita-se trabalhar com a possibilidade do erro, não o evitando nem descartando sua contribuição ao processo de ensino - aprendizagem;
6. consiga trabalhar com conteúdo o mais aprofundado possível dentro da sua especificidade e da capacidade dos alunos de se apropriar dele, privilegiando a justificativa histórica e a inserção social desse conteúdo;
7. seja capaz de, contendo os tempos do aluno, fornecer questionamentos e não respostas e uma visão de conhecimento como produto em permanente evolução, sujeito a reformulações, enfim, como construção.

O Professor, ou na sua forma mais ampla, o Educador, ao adotar uma pedagogia dessa natureza, assume um compromisso com o aprendizado de seus alunos, não limitando a sua ação a transmitir conteúdos, isto é, a exercer o ensino como uma tarefa. Conforme FREIRE (1997, p. 28), há diferença significativa entre o simples ensinar, característico do educador bancário, e o fazer aprender, característico do educador problematizador:

*É a força criadora do aprender do que fazem parte a comparação, a repetição, a constatação, a dúvida rebelde, a curiosidade não facilmente satisfeita, que supera os efeitos do falso ensinar... Isso não significa porém que nos seja indiferente ser um educador bancário ou um educador problematizador.*

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Considerando a aprendizagem como construção e o ensino como algo estreitamente ligado à aprendizagem, sugere-se a aplicação de uma prática pedagógica em que:

- o patamar cognitivo do aluno seja ponto de partida;

- a aula seja ambiente de efetiva aprendizagem;
- a avaliação da aprendizagem seja contínua ao longo do tempo;
- a ocorrência do erro na aprendizagem não seja evitada;
- a justificativa histórica e a inserção social do conteúdo objeto do ensino estejam permanentemente presentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRANCO, Sergio da Costa. Texto publicado no Suplemento Especial do Caderno de Sábado do Jornal Correio do Povo, 22 de julho de 1978 - Edição Comemorativa aos 80 anos da Faculdade de Medicina.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. São Paulo. Ed. Paz e Terra, 1985.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia, Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo. Ed. Paz e Terra, 1997.

FREIRE, P. **Cartas à Cristina – reflexões sobre minha vida e minha práxis**. São Paulo. Ed. Unesp, 2002.

GILES, T. R. **História da Educação**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 1987.

## TEACHING IN ENGINEERING: POSSIBILITIES OF A FREIREAN PERSPECTIVE

***Abstract:** This article presents a study about the possible contributions of the Freirean pedagogical project, which is focused on adult education in economically underdeveloped countries, to the teaching in undergraduate engineering courses in Brazil. In the final section, we propose a pedagogical strategy directed at engineering courses based on the previous discussion of the Freirean principles.*

***Key-words:** Pedagogy in University. Engineering Education.*

**Secretaria do Cobenge 2004**  
**Tel. 061 – 307.2300/307.2305**