

O DESAFIO DA CRIATIVIDADE NA FORMAÇÃO E ATUAÇÃO DO ENGENHEIRO

Douglas Lauria¹, Vitor Alex Oliveira Alves², Eduardo Nadaleta da Matta³
GPA² – Grupo de Pesquisa Aplicada ao Aprendizado

Centro Universitário do Instituto
Mauá de Tecnologia¹
Escola de Engenharia Mauá
Praça Mauá 1
09580-900 S. Caetano do Sul, SP
dolauria@maua.br
Universidade de São Paulo¹
Escola Politécnica

Centro Universitário do Instituto
Mauá de Tecnologia²
Escola de Engenharia Mauá
Praça Mauá 1
09580-900 S. Caetano do Sul, SP
vitoralex@maua.br

Centro Universitário do Instituto
Mauá de Tecnologia³
Escola de Engenharia Mauá
Praça Mauá 1
09580-900 S. Caetano do Sul, SP
eduardonadaleta@maua.br

Resumo. *A atividade do engenheiro sofreu uma sensível modificação no intervalo de cerca de trinta anos compreendido entre a década de 70 e o início deste século. O evolução do conhecimento e as profundas mudanças nas estruturas social e econômica mundiais levaram a um aumento de demanda por produtos que exigiram da engenharia mudanças estruturais. O sistema produtivo foi completamente reformulado ao longo desses trinta anos; novos conceitos de projeto, de manufatura e de administração nasceram, cresceram e alguns morreram durante o período. Este artigo objetiva analisar as atividades desenvolvidas durante o período de formação dos futuros engenheiros, comparando-as com as atividades exigidas dos engenheiros formados, concluindo pela inadequação da estrutura de ensino e pela conseqüente formação deficiente dos mesmos. Pretende ainda propor alterações estruturais, menos intensas sob os aspectos curriculares, muito mais intensas sob a ótica de atitudes, metodologias e procedimentos gerais. Tais propostas justificam-se a partir da evidente impossibilidade de se esperar o exercício da criatividade por parte de profissionais formados em estruturas pouco criativas como as oferecidas pela maioria das disciplinas dos cursos de engenharia.*

Palavras-chave: *Criatividade, Ensino, Aprendizado, Aulas*

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos trinta anos (1970 – 2000) passou-se da engenharia de régua de cálculo para a engenharia de calculadoras eletrônicas e dessa para a engenharia dos computadores pessoais de alto desempenho. As grandes equipes de projetistas e calculistas foram drasticamente reduzidas. O trinômio, engenheiro, prancheta e régua de cálculo, de grande aplicação ao longo dos anos passados, foi substituído pelo trinômio engenheiro, computador e software de engenharia. Esta substituição exige uma maior qualificação dos engenheiros, mas reduz de forma significativa o número deles. O novo trinômio retira do engenheiro o lastro da atividade repetitiva, monótona e sem criatividade dos cálculos numéricos e esboço manual; baseada na experiência acumulada e na memorização de técnicas e procedimentos; liberando-o, ou melhor, dele exigindo o exercício da criatividade. Enquanto no passado o desenvolvimento de um projeto complexo acontecia na fase de protótipos hoje ele ocorre em grande parte nas simulações. O uso maciço de computadores apresenta-se assim como uma arma eficiente; excelente para alguns por potencializar a sua criatividade; péssima para outros ao desnudar a sua mediocridade.

2. ENGENHARIA E CRIATIVIDADE

A atividade de engenharia está ligada de forma indelével à criatividade. Sem a intenção de discutir a óbvia relação entre a evolução social e a engenharia, porém tomando apenas algumas caracterizações de engenharia e de criatividade será possível evidenciar a ligação afirmada acima.

Ferreira et all. [1] caracterizam Engenharia como a associação da palavra engenho com o sufixo aria, onde por engenho entende-se faculdade inventiva, talento, habilidade, destreza.

Os mesmos autores identificam criatividade, a atividade de criar; com capacidade criadora, engenho, inventividade e criar com dar existência a, produzir, inventar, imaginar, enquanto criador é aquele fecundo, fértil, inventivo, criativo.

Observa-se assim a completa inter-relação entre engenharia e criatividade; as suas definições se confundem, tornam-se redundantes.

Torrance, citado em Alencar [2], afirma que: “criatividade é o processo de tornar-se sensível a problemas, deficiências, lacunas no conhecimento, desarmonia; identificar a dificuldade; buscar soluções, formulando hipóteses a respeito de deficiências; testar e retestar estas hipóteses; e, finalmente, comunicar os resultados”. A caracterização de criatividade feita por Torrance aplica-se integralmente à engenharia; exigindo apenas a substituição das palavras em análise.

Sendo a criatividade uma qualidade inata do ser humano, pois segundo a Ref. [2], “é sabido que todo ser humano apresenta um certo grau de habilidades criativas, que podem ser desenvolvidas e aprimoradas através da prática e do treino”, às escolas então bastaria procurar potencializar a criatividade com que cada estudante chegasse a elas. Sabe-se que, infelizmente, as coisas não se desenvolvem desta forma e que, ao chegar ao curso superior, o estudante, se um dia criativo, deixou de sê-lo, ao menos para sobreviver aos cursos antecedentes.

Se no passado grande parte do trabalho dos engenheiros voltava-se para a aplicação repetida de procedimentos alicerçados ao longo da atividade, hoje, com a velocidade elevada e crescente de geração de conhecimentos e de novos procedimentos, exige-se a busca de alternativas e soluções, atividade pouco ligada aos padrões delimitados pelos procedimentos alicerçados ao longo do tempo.

Se no passado a formação do engenheiro podia ser apoiada toda ela no conhecimento, hoje esta formação deve visar além do conhecimento, a criatividade. Note-se que uma pessoa criativa terá mais facilidade de buscar o conhecimento demandado por uma atividade qualquer do que alguém não criativo. Por outro lado um profissional não criativo terá sempre o comportamento de uma composição ferroviária, jamais conseguindo sair de seus trilhos.

3. CRIATIVIDADE E APRENDIZADO DE ENGENHARIA

“Criatividade implica emergência de um produto novo, seja uma idéia ou invenção original, seja a reelaboração e aperfeiçoamento de produtos ou idéias já existentes”, conforme a Ref. [2].

O ingressante nos cursos de engenharia, assim como todo calouro, chega às universidades deslumbrado com o simples fato de ter ingressado no terceiro grau. Pleno de expectativas e vazio de conhecimentos, mesmo daqueles básicos que deveriam ser trazidos dos cursos anteriores, inicia as suas atividades de forma convencional. A expectativa por novidades os qualifica como potenciais participantes de novas experiências.

A porta de acesso ao ensino superior é o vestibular. Esta atividade massacrante tem como principal objetivo selecionar -na maioria dos casos apenas classificar- os melhores candidatos. Para tanto devem os mesmos estar preparados para provas sem qualquer criatividade, onde se privilegia a memorização em detrimento do conhecimento.

Como retratado por Lauria [3]: “Ao início das aulas o calouro toma contato com a nova realidade escolar a ser por ele vivenciada. Em contraposição à aparente disciplina rigorosa dos colégios, liberdade total; ele passa a ser responsável pela própria vida escolar. ... Finalmente a estrutura o (a) trata como um ser responsável por seus atos. ... Inicia-se a rotina das aulas. Acostumado ao dia a dia de decorar tudo e devidamente treinado ao longo de, no mínimo, 11 (onze) anos a preocupar-se apenas com provas, o aluno começa a se desinteressar das aulas de Matemática, Física, Desenho, Computação e do que mais tentam ministra-lhe”.

Hoje, passados quatro anos da redação da frase anterior, a situação piorou.

Conclui-se assim que, se no tangente a conhecimentos básicos, a contribuição dos primeiro e segundo graus não é significativa, quanto mais com relação à criatividade. Neste caso o que se tem é a absoluta falta de criatividade conseqüente ao “decorar tudo” para as provas, aprimorado e incentivado ao longo de mais de uma década. O maior reflexo de tal comportamento se evidencia no interesse exclusivamente voltado para provas. Se um professor ousa afirmar que um determinado assunto não “cairá na prova”, a sala se esvazia.

Identificado o problema, falta de criatividade e conhecimento, cristaliza-se a necessidade de o curso de engenharia preocupar-se com as duas deficiências. Sem criatividade não é possível “... formular hipóteses a respeito de deficiências”, sem conhecimento não é possível “testar e retestar estas hipóteses; e, finalmente, comunicar os resultados”.

As disciplinas iniciais fazem parte do chamado ciclo básico. Aos alunos devem elas apresentar conhecimentos básicos, óbvio, de aprofundamento ao que eles já vivenciaram nos ciclos anteriores. Física, Química e Matemática são ministradas visando uma formação conceitual que deverá permitir ao aluno, nas séries subseqüentes, aplicar estes conceitos na engenharia.

Não há disciplinas de criatividade. Nem criatividade nas disciplinas.

Com relação à primeira afirmativa, nada a opor. Criatividade não se ensina, porém se exercita. Conforme citação anterior “pode ser desenvolvida e aprimorada através da prática e do treino”. Com relação à segunda afirmativa, tudo a opor. Perde-se aqui a oportunidade de levar o aluno à prática de soluções criativas apenas por apego às formulas tradicionais, por não sair dos trilhos, ou, pior, por não conseguir ou querer sair dos trilhos.

A falta de criatividade das disciplinas se evidencia de forma agressiva até nos seus vários procedimentos internos. Aulas convencionais baseadas na forma tradicional de professor ativo, falando e escrevendo no quadro negro e aluno passivo, anotando, ou não. Listas intermináveis de exercícios para entrega individual e que jamais serão corrigidas e devolvidas aos alunos para efetivar o aprendizado. Algumas com respostas, o que induz o aluno a arrancar uma solução igual à resposta, sem saber se o caminho trilhado está correto ou não. Questões de prova semelhantes às das listas, na tentativa de induzir os alunos a levá-las, as listas, a sério. Questões de prova óbvias, compreendendo uma palavra, calcule, e uma expressão, a ser calculada.

Com raras exceções as disciplinas comportam-se de forma homogênea e com pouca criatividade, se for aceita a caracterização de a manifestação de criatividade implicar na “emergência de um produto novo”. Se criatividade deve ser praticada, perdeu-se assim, conjuntamente, uma grande oportunidade.

O ciclo básico chega ao final após três ou quatro semestres, entremeado por disciplinas das Ciências de Engenharia, as quais devem estabelecer a transição entre as ciências do ciclo básico e as aplicações, às vezes empíricas, das disciplinas profissionalizantes. Nestas os alunos deverão aprender a analisar problemas e buscar soluções para os mesmos.

Ao início deste ciclo o aluno tomará contato ainda com disciplinas de Ciências de Engenharia, para em seguida, partir para as aplicações. Nos cursos centrados em projetos os alunos deverão desenvolver habilidades de projetistas enquanto aplicam os conceitos adquiridos nas disciplinas anteriores.

Assim, os mecânicos irão desenvolver máquinas e mecanismos, os civis edifícios, pontes, estradas, os eletrônicos circuitos, software, sistemas de comunicação etc. Melhor oportunidade para “buscar soluções, testar e retestar e, por fim, divulgar os resultados” não haveria.

Os exercícios continuam sendo trabalhos escolares cujo fim é adestrar ou treinar o aluno em determinada matéria, segundo definição da Ref. [1]. Guardam total semelhança com os exercícios aplicados no ciclo básico, onde exposto um problema o aluno aplica fórmulas para obter um resultado numérico. A mesma prática de sempre.

Os projetos, em sua maioria, inibem o exercício da criatividade dos alunos, o pouco que ainda resta. Nesta atividade o professor desenvolve o projeto no quadro negro, com os alunos copiando os vários passos a serem dados. O trabalho final consiste em dimensionar o objeto do projeto a partir do formulário desenvolvido nas aulas. A discussão de alternativas, formas, soluções novas, materiais alternativos etc. não é feita. E o projeto, que deveria ser o momento maior de prática de criatividade é mais uma oportunidade perdida.

A deficiência criativa dos engenheiros se evidencia na extrema dificuldade apresentada pelos mesmos em procurar soluções de problemas profissionais, de estrutura diferenciada com relação à prática diária de solução de exercícios. Segundo a Ref. [1] problemas são “questões não solvidas, objeto de discussão em qualquer domínio do conhecimento” ou “proposta duvidosa que pode ter inúmeras soluções” ou ainda “qualquer questão que dá margem à hesitação ou perplexidade”. A solução de problemas é muito mais complexa que a de exercícios, aceitas as definições anteriores. Exercícios têm enunciado, problemas podem não tê-los. Exercícios são preparados para treinar os alunos, problemas não são preparados, acontecem.

Somada a falta de habilidade para resolver problemas à falta de criatividade, ambas relegadas a um segundo plano em sua vida escolar, a solução de problemas torna-se um enorme problema. Na maioria dos casos os alunos sequer conseguem iniciar a solução.

4. CONSTATAÇÕES

A solução de problemas, na maioria casos reais apresentados simplificados, tem sido praticada nas disciplinas Máquinas de Fluxo, oferecidas às quartas séries dos cursos de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia Mauá e da Escola Politécnica da USP ao longo dos últimos dez anos. Dois problemas típicos são apresentados a seguir, expostos os objetivos do mesmo e o desempenho dos alunos, atestando a falta de criatividade discutida acima.

4.1. Escolher a rotação específica conveniente para uma bomba hidráulica de fluxo radial a ser instalada na fonte Padim Ciço em Juazeiro do Norte. A vazão de operação da bomba deve ser igual a $Q = 360,0 \text{ m}^3/\text{h}$ e a altura de recalque $H = 50,0 \text{ m}$. enquanto que o escorregamento do motor elétrico é igual a 3,0 %.

Por ser proposto ao início do curso, objetiva-se conscientizar os alunos da necessidade de formulação de um plano de solução, que passa pelo entendimento da proposição, seleção e ordenamento das informações e, então, pela solução propriamente dita. Por ser permitida a consulta durante a solução dos problemas, pretende-se ainda convencer os alunos da necessidade de conhecimento prévio do assunto tratado, sem o que toda consulta torna-se inócua.

As proposições necessárias para a solução estão listadas abaixo, informando-se ao lado a porcentagem aproximada de alunos que as expõem.

Os dados explícitos são: vazão Q, altura de recalque H, escorregamento 3%.	100%
O dado implícito é frequência da rede igual a 60 Hz, pois a instalação está no Brasil onde a frequência de rede é igual a 60 Hz.	< 5%
Se o problema apresenta valores numéricos, deve-se usar equações.	80%
Calcular a rotação específica, n_q , para a bomba segundo a expressão (1)	80%
Na expressão (1), tem-se duas incógnitas, faltando conhecer a rotação n .	60%
Calcular a rotação n pela expressão (2).	40%
Em (2) são desconhecidos o núm. de pares de pólos, p , e a frequência, f .	10%
O problema não tem solução.	5%
Admito um valor para a rotação e calculo.	5%
E aqui se encerram as atividades dos alunos, com 100% de insucesso.	

$$n_q = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{0,75}} \quad (1)$$

$$n = \frac{60 f}{p} \quad (2)$$

A solução, simples, passa pelas seguintes constatações:

A rotação específica deve satisfazer a faixa para bombas de fluxo radiais com $10 \leq n_q \leq 50$,

O problema não é determinístico, podendo apresentar mais de uma solução.

Os cálculos matemáticos simples indicam os números de pares de pólos 2; 3; 4; 5; 6, como possíveis soluções do problema. Deve-se então discutir o significado de tais números de pares de pólos para a bomba e a aplicação a ser dada ao equipamento.

4.2. Um engenheiro instalou em S. Paulo uma bomba hidráulica de fluxo para recalcar água a cerca de 90 a 95 ° C. Para "evitar riscos de cavitação", afogou a bomba cerca de 0,2 m. O $NPSH_{3\%}$ era desconhecido e a perda de carga na sucção desprezível. Colocada em operação pela manhã, a instalação parou à hora do almoço devido à perfuração da carcaça da mesma provocada por cavitação. Discutir a atuação técnica do responsável pela instalação da bomba. Estimar o $NPSH_{3\%}$ da máquina.

Este problema corresponde a um fato real. Poderia ser expresso de forma convencional se, a partir dos dados, fosse pedido o cálculo do $NPSH_{3\%}$. A solução passa a exigir um empenho maior ao expor uma situação que deve ser analisada para então serem feitos os cálculos.

A solução passa por:

Dados explícitos : temperatura $90 \leq T \leq 95$, altura de sucção $H_s = 0,2 \text{ m}$; perda de carga (sucção) $\Delta h_s = 0$; 100%

Dados implícitos: perfuração por cavitação em poucas horas \Rightarrow cavitação plena 20%

\Rightarrow altitude: S. Paulo, $h \approx 700 \text{ m}$ 20%

cavitação plena $\Rightarrow NPSH_d = NPSH_{3\%}$ 20%

Estimar o $NPSH_{3\%}$ com as equações (3) e (4) 20%

$$NPSH_d = H_{atm} \pm H_s - \Delta h_s - h_v \quad (3)$$

$$H_{atm} = 10,33 - 0,0012h \quad (4)$$

A proposição deste problema acontece cerca de quatro aulas após o anterior e já se torna possível observar alguma melhora, mesmo que tênue, no desempenho do conjunto.

A análise do desempenho dos alunos permite identificar falhas relacionadas com a capacidade de trabalhar com situações diferentes daquelas do dia a dia escolar. Falta treinamento para enfrentar problemas reais, sem informações explícitas. Falta criatividade para buscar novas formas de resolver problemas. Falta confiança em si mesmos, para enfrentar o desconhecido.

5. PROPOSIÇÕES

“... uma vez que este potencial (criativo) tem sido usualmente subestimado, bloqueado, inibido e ignorado, por uma educação que valoriza em excesso a reprodução de ensinamentos, que pouco faz para manter viva a curiosidade, que mina a confiança do aluno no seu valor como pessoa, na sua própria competência e capacidade de criar e de resolver problemas novos, fechando-lhe inúmeras possibilidades de um melhor aproveitamento de seu potencial criativo, com conseqüências nefastas para a sua vida pessoal e profissional”.

O parágrafo anterior, transcrito da Ref. [2], indica o caminho que deve ser trilhado para se conseguir mudar a estrutura de aprendizado. Como fazê-lo torna-se um outro problema e neste aspecto é patente a necessidade de ajuda externa evidenciada pelas escolas de engenharia.

Com um corpo docente formado em sua esmagadora maioria por engenheiros, falta às escolas o conhecimento necessário para trabalhar com os aspectos didático-pedagógicos, educacionais e psicológicos. Desde sempre a preocupação das escolas de engenharia centrou-se na engenharia, com os alunos assistindo aulas expositivas ministradas por detentores do conhecimento disponível nas diversas áreas. Não havia contestação, o conhecimento ensinado era aceito e, ao final do curso, o ensinado podia ser aplicado na atividade profissional. Com isso era possível focar a engenharia e esquecer as atribuições inerentes a uma escola.

A contestação do final da década de 60, somada ao acesso amplo a informações e à crescente liberalidade educacional, acrescida da transformação do ensino universitário elitista em ensino de massa reverteu a realidade. O ensino superior não se apercebeu desta nova (já se tornando madura) realidade. Se no passado o corpo discente chegava bem formado e educado, hoje esta realidade é parcial. Se no passado o número de opções de escolha era limitado, hoje se tem um sem número de cursos diferentes, dificultando e confundindo as vocações. Somadas todas estas influências não é possível aceitar a preocupação das escolas de engenharia centradas unicamente na engenharia. Enfim, a mudança de valores da sociedade, originada na universidade, não foi inserida na atuação universitária. No passado a criatividade podia se esconder atrás das intermináveis tarefas repetitivas e da reduzida demanda por bens e produtos novos e diferenciados. Hoje não mais.

As escolas de Engenharia devem transcender a sua característica de “escritórios de tecnologia”, tornando-se, também, escolas. Com certeza, se aplicadas na estruturação escolar as mesmas seriedade, objetividade e clareza encontradas nas instituições líderes em engenharia teríamos não apenas a formação de melhores engenheiros como também de cidadãos e líderes.

Ao ler este tópico pode-se ser tentado a dissociá-lo do contexto do tema, porém ele se insere plenamente no mesmo. O problema gerado pela inadequação dos alunos é o principal tema das conversas entre professores, então ele já foi identificado. A escola deve ser criativa para complementar o conceito de criatividade de Torrance exposto acima e “buscar soluções, formulando hipóteses a respeito de deficiências; testar e retestar estas hipóteses; e, finalmente, comunicar os resultados”. Em sendo criativa ela estará não apenas adequando os alunos mas também criando a atmosfera necessária para que todos os que nela convivem tornem-se mais criativos.

A melhoria na prestação de serviços ao cliente pode ser conseguida de forma bastante simples a partir da aplicação de critérios de qualidade nos vários setores que realizam este atendimento. Tais critérios são aplicados há, no mínimo, dez anos, mas ainda não chegaram às secretarias, bibliotecas e outros setores de atendimento público das escolas.

Os maiores problemas transparecem nas atividades diretas entre alunos, professores e administração, problemas estes que passam por viabilizar um relacionamento aberto e sem temores entre professores, alunos e administração; unir as três partes num trabalho conjunto de crescimento mútuo; incentivar o trabalho de cada um para o engrandecimento de todos; convencer a todos de que a atividade escolar é fundamental para uma melhoria das condições de vida de cada um porque implicará numa melhoria da sociedade; convencer os professores que a alienação dos alunos de hoje refletir-se-á na incompetência dos líderes de amanhã; convencer os alunos que o seu futuro está ligado ao conhecimento adquirido, não às notas obtidas.

Algumas propostas serão apresentadas a seguir, a partir de práticas adotadas em sala de aula, ambiente onde a escola pode atuar rapidamente e sem maiores dificuldades.

5.1 Mudanças na sala de aula

Ao serem identificados os problemas expostos ao longo do artigo, foram praticadas alterações profundas na estrutura das disciplinas sob nossa responsabilidade, alterações estas apresentadas em Lauria et al [4], [5] e [6]. As mudanças praticadas apóiam-se em Abreu e Maseto [7] e Maseto [8] e estão sendo implementadas a partir bibliografias específicas.

Estas mudanças objetivam, entre outros:

- melhorar o relacionamento entre os alunos e o corpo docente;
- estabelecer relações claras de confiança mútua entre as partes;
- elevar a auto confiança dos alunos, através da possibilidade deles realizarem o trabalho em sala de aula e, realizando-o de forma correta, elevar a sua auto estima;
- transferir aos alunos a responsabilidade pelo seu aprendizado, mantendo com o professor a responsabilidade de criar condições para o aprendizado dos alunos;

- oferecer aos alunos a possibilidade de praticar a apresentação de trabalhos em público, deficiência grave da maioria absoluta;
- criar condições semelhantes às vivenciadas na vida profissional, onde a avaliação dos trabalhos é feita pela sua qualidade conjunta e não pelas suas partes;
- criar condições de acesso rápido às avaliações, viabilizando a correção de rumo do estudo;
- criar alternativas para recuperação de avaliações insuficientes praticadas ao longo do semestre letivo; a partir de reavaliações de cada uma das avaliações;

Os resultados alcançados têm sido animadores sob alguns aspectos e menos animadores sob outros. Houve uma melhoria de relacionamento entre corpo docente e alunos, com a clara definição da área de atuação de cada um e da aceitação das responsabilidades e deficiências mútuas. Por resolverem problemas a cuja formulação não estão acostumados, a auto-confiança dos alunos cai muito ao início do curso. Isto ocorre devido à correção das soluções ser feita de forma binária, sim/não, e a adaptação à nova forma de solução ser um pouco lenta. A possibilidade de refazer as avaliações transparece aqui como um recurso de convencimento para a manutenção da sistemática. O nível de qualidade dos trabalhos sofre com a proximidade de entrega de trabalhos e de outras atividades das demais disciplinas. Neste momento os alunos passam a usar o recurso das reavaliações para faltar ou apresentar trabalhos inadequados, realizados sem critério e, com isso, poder dedicar mais tempo para as outras disciplinas.

Ao longo das aulas transparece ainda o receio dos alunos de tomar posições discordantes, com medo de “represálias”, e também a procura em identificar “o que o professor deseja”, para que tal seja feito. Curiosamente tal demonstração de falta de auto-confiança, criatividade e coragem é vista por alguns professores como interessantes, sob o argumento de que assim se comportando estariam os alunos se adequando ao mercado. Talvez por isso temos tido tantos “recalls” e desabamentos, com os engenheiros adequando-se aos problemas ao invés de resolve-los.

6. CONCLUSÕES

A transição sócio-econômica vivida nos últimos anos e a ser vivida nos próximos exige dos líderes posições mais abertas e ecléticas do que o praticado. Apenas a capacidade de identificar, analisar e procurar soluções para os novos problemas que se avolumam dia a dia irá permitir às empresas e às nações resolve-los. Neste contexto aparece a engenharia como uma área do conhecimento fundamental na apresentação de soluções para tais problemas. Os tópicos seguintes visam apresentar de forma sintética algumas conclusões a que se pode chegar a partir do exposto.

- A criatividade é uma característica inerente à atividade da engenharia.
- O surgimento de formas eletrônicas de realização de trabalho não criativo reduziu a demanda por engenheiros, liberando tempo para o exercício da criatividade.
- A estrutura escolar na engenharia dedica-se muito mais às atividades de engenharia do que às atividades como escola.
- O corpo discente revela muito pouca criatividade e falta de confiança em suas ações escolares.
- O trabalho em sala de aula pouco, ou nada, incentiva o desenvolvimento de auto confiança e, sem esta, não há como aflorar a criatividade.
- A reestruturação da prática em sala de aula deve voltar-se para o desenvolvimento do aluno e não para a exposição do professor.
- O professor deve tornar-se um auxiliar de aprendizado, deixando a posição de senhor do ensino.
- A falta de criatividade implica na manutenção de critérios e procedimentos do passado, alguns deles inadequados para a estrutura social atual.
- As escolas de engenharia devem rever suas preocupações, ocupando-se também dos aspectos relacionados com as suas características de escola, não apenas com a engenharia.
- As escolas de engenharia necessitam urgentemente de auxílio profissional nas áreas de psicologia, pedagogia, didática, entre outras.
- O exercício da criatividade é e continuará sendo a tábua de salvação dos profissionais presentes e a se apresentar ao mercado de trabalho das várias áreas da atividade humana.
- O exercício da criatividade é a única alternativa para viabilizar o progresso e o desenvolvimento de cada um e de todos.

Por estas razões urge a prática de mudanças estruturais nos cursos de engenharia, visando o abandono de posições arraigadas e inadequadas, criando um ambiente novo, criativo, onde alunos, professores, funcionários e administradores possam se sentir estimulados a inovar, sem serem punidos pelos erros conseqüentes, e assim, encontrar novos caminhos.

Novos problemas podem apenas ser resolvidos por pessoas habilitadas não apenas com instrumental técnico mas, principalmente com criatividade e auto confiança.

7. REFERÊNCIAS

- [1] Ferreira, A. B. H. et all., Novo Dicionário da Língua Portuguesa, 2ª edição, Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1986
- [2] Alencar, E. M. L. S., Criatividade, 2ª ed., Univ. de Brasília, DF, 1995
- [3] Lauria, D. “A Formação do Engenheiro Mecânico no ano 2000, a mesma do ano 1900 ?” nos anais do XXV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 1997, pp. 469-485.
- [4] Lauria, D. et all. “Metodologias de Ensino - Aprendizagem Aplicadas em Curso Profissionalizante de Engenharia I : Antecedentes”, nos anais do XXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 1999, pp. 1084-1091.
- [5] Lauria, D. et all. “Metodologias de Ensino - Aprendizagem Aplicadas em Curso Profissionalizante de Engenharia II: Primeiros Resultados”, nos anais do XXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 1999, pp. 1092-1099. [6] Lauria, D. et all. “Metodologias de Ensino - Aprendizagem Aplicadas em Curso Profissionalizante de Engenharia III: Resultados Recentes”, nos anais do XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, COBENGE 2001, Porto Alegre, 19 a 22 de setembro de 2001.
- [7] Abreu, M.C.; Maseto, M. T., O Professor Universitário em Aula: Prática e Princípios Teóricos, 8ª ed, MG Editores Associados, SP, 1990
- [8] Maseto, M. T., Aulas Vivas, 2ª ed., MG Editores Associados, SP, 1992