



Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.
ISBN 85-7515-371-4

EFICIÊNCIA E EFICÁCIA NO ENSINO DE ENGENHARIA

Terezinha Jocelen Masson – fisica.upm@mackenzie.com.br

Universidade Presbiteriana Mackenzie, Curso de Física, Escola de Engenharia

Endereço: Rua da Consolação, 896, prédio 11. CEP 01302-907. Consolação. São Paulo – SP – Brasil.

Leila Figueiredo de Miranda – engmateriais@mackenzie.com.br

Universidade Presbiteriana Mackenzie, Curso de Engenharia de Materiais. Escola de Engenharia

Endereço: Rua da Consolação, 896, prédio 6. CEP 01302-907. Consolação. São Paulo – SP – Brasil.

Ana Maria Porto Castanheira – castanheira@mackenzie.com.br

Universidade Presbiteriana Mackenzie, Curso de Matemática. Escola de Engenharia

Endereço: Rua da Consolação, 896, prédio 11. CEP 01302-907. Consolação. São Paulo – SP – Brasil.

Marcel Mendes – marcelmendes@mackenzie.com.br

Universidade Presbiteriana Mackenzie, Curso de Engenharia Civil. Escola de Engenharia

Endereço: Rua da Consolação, 896, prédio 6. CEP 01302-907. Consolação. São Paulo – SP – Brasil.

Resumo: *A educação brasileira, em especial no ensino da engenharia, tem enfrentado um duplo desafio: educar os cidadãos para conviver com um mundo em rápida evolução e formar profissionais para atender ao amplo e mutante espectro da demanda do mercado de trabalho. Ela é vista como uma condição sistêmica essencial para melhorar a competitividade da economia nacional e para viabilizar a evolução da sociedade. Classicamente, os engenheiros são vistos como técnicos especializados na solução de problemas específicos e limitados a determinadas atividades ou campos de interesse. Modernamente são vistos como profissionais polivalentes aptos a contribuir para a solução de uma grande diversidade de problemas humanos, trabalhando em equipe e em temas interdisciplinares que envolvem a cooperação com outras categorias. Assim, os conceitos de eficiência e a eficácia no ensino de engenharia podem contribuir para que os profissionais possam responder às necessidades e às exigências impostas pela sociedade atual. As possíveis variáveis de eficiência podem fornecer os indicadores mais valiosos para identificação de algum descompasso no ensino-aprendizagem. Já a eficácia, cujo conceito está relacionado aos objetivos desejados, apresenta-se como um problema muito mais complexo, pois os modelos de correção e de seleção de decisão são apenas tentativas para os reajustes a serem feitos. Logo, ao propor-se um modelo sistêmico que abranja procedimentos para a seleção de decisões referenciadas nas variáveis de eficiência e nas áreas-chave de eficácia, na verdade estão sendo sugeridas condições para uma retomada de possíveis estratégias para uma nova adequação da aprendizagem efetiva.*

Palavras-chave: *Ensino de Engenharia, Eficiência, Eficácia, Competências.*

1. INTRODUÇÃO

Pode-se tentar definir a Engenharia a partir do inter-relacionamento entre a obtenção de conhecimentos e a sua aplicação com objetivos concretos, aspecto principal levado em consideração pela ABET (*Accreditation Board for Engineering and Technology*), na sua definição: "Engenharia é a aplicação criteriosa dos conhecimentos obtidos nos campos das ciências exatas, naturais, e humanas e sociais, através da teoria, da experimentação e da prática, no desenvolvimento de meios para a utilização econômica de recursos em benefício da humanidade".

O ensino situa-se, portanto, na fase de aquisição de conhecimentos que serão aplicados criteriosamente na fase do exercício da profissão. No entanto, tendo em vista a rápida evolução tecnológica, o ensino não constitui uma etapa disposta cronologicamente de forma estanque com relação à etapa da aplicação desses conhecimentos.

Atualmente o ensino precisa ser ampliado para o desenvolvimento de habilidades polivalentes, tais como, capacidade de ouvir, persuadir, negociar, comprometer-se com a auto-aprendizagem, cooperar, responsabilizar-se, tornar-se honesto, ético e idôneo. Esse conjunto de conhecimentos é essencial para os engenheiros de agora e do futuro e as mudanças nas práticas da comunidade acadêmica para a consecução mais eficaz e não apenas eficiente de seus propósitos, isto é, o critério de adequação social passa a pesar na adoção de novas tecnologias. A compreensão das implicações sobre os ambientes social e natural das tecnologias passa a ser um domínio e uma condição especial para os engenheiros e para a prática de engenharia. A inovação passa a ser um fenômeno coletivo.

Em função destes novos paradigmas, o engenheiro ATUAL deve ter uma visão sistêmica de sua área de formação e de sua inter-relação com áreas correlatas, sob o ponto de vista tecnológico, social, econômico e ambiental, bem como as seguintes habilidades e posturas: criatividade, capacidade e hábito de pesquisar; senso crítico; atuação em equipe; capacidade de gerenciar e liderar pessoal e ética profissional.

Para tanto, é necessário que o engenheiro tenha forte formação básica, capacidade de conceber e operar sistemas complexos, competência para usar recursos computacionais, *softwares* e estações de trabalho, além de pleno domínio dos conceitos de qualidade total, segurança do trabalho e preservação do meio ambiente, bem como compreensão de aspectos administrativos e legais.

2. EFICIÊNCIA E EFICÁCIA NO ENSINO

O conceito de eficiência perdurou, durante muito tempo, como critério único da avaliação organizacional. A insuficiência do conceito de eficiência é hoje compensada pelo conceito de eficácia, segundo GOMES TURBINO (1981).

Entretanto, a importância da distinção entre esses dois conceitos, eficiência e eficácia, pode ser bem avaliada quando se atenta para o fato de que a eficiência é um critério de desempenho interno, enquanto que a eficácia se refere ao desempenho externo. Segundo BARNARD (1952) a eficiência conduz a uma ênfase nos métodos, tarefas, técnica de operação e normas, ou seja, no processamento ou execução mais rápida com menor esforço.

Por outro lado, o conceito de eficácia enfatiza as relações externas da instituição com o ambiente, a eleição e legitimização de objetivos e a formulação de programas. Em suma, enquanto que a eficiência é orientada para processos e equipamentos, a eficácia é orientada para objetivos e metas. O sucesso de qualquer objetivo que um grupo persiga (eficácia) dependerá sempre, em sua maior parte da eficiência dos procedimentos.

Pode-se afirmar que a eficiência e a eficácia devem coexistir, o que nem sempre acontece, já que são constatadas instituições de ensino eficazes e ineficientes ou ainda ineficazes e eficientes.

Quanto à eficiência, num nível conceptual, parece evidente que pode ser imaginada em relação aos objetivos a serem alcançados. Em se tratando de educação esta é uma meta extremamente ambiciosa e com certeza é mais adequado avaliar a eficiência pelas diferenças nas qualidades dos exsumos para níveis constantes de insumos.

Alcança-se a máxima eficiência quando nenhum outro método produziria o retorno educacional esperado, o que se tratando de educação é uma meta extremamente ambiciosa e com certeza é mais adequado avaliar a eficiência pelas diferenças nas qualidades dos alunos ingressantes e dos egressos de um curso.

Por outro lado, para CORREA e SOUZA (1971), os conceitos de produtividade, rendimento e eficiência, foram estendidos ao setor educacional, procurando configurar o desempenho em termos de aproveitamento dos meios colocados à sua disposição para a consecução das tarefas a ele correspondentes.

Já RHENMAN (1973), ofereceu a seguinte divisão do conceito de eficiência:

- Eficiência externa como a medida dos valores alcançados;
- Eficiência interna como a medida das qualidades da instituição e a
- Eficiência total: que abrange a externa e a interna.

Por outro lado, trabalhar nas coisas certas, de modo eficiente, é que torna o trabalho intelectual eficaz. Para que se possa discutir a eficiência e eficácia da estruturas do Ensino de Engenharia, deve-se esclarecer com cuidado com quais são os objetivos macros do sistema. Consoante CYTRYNOWICZ (1991) o perfil do engenheiro vem apresentando sensíveis modificações desde as últimas décadas do milênio passado.

As principais faculdades de Engenharia da Europa, dos Estados Unidos, do Canadá e do Japão estão em processo de reformulação de seus currículos, para se amoldarem às recentes tendências da profissão. Estas transformações devem-se à necessidade de adaptação aos novos mercados, que exigem outras competências do engenheiro, em um mundo organizado cada vez menos em função das fronteiras entre países e mais em direção a uma internacionalização dos problemas.

Neste início de século, a característica que permeará toda a atividade humana será a velocidade das mudanças, representando a quebra de paradigmas e a necessidade de constante atualização para o exercício das profissões.

Como decorrência, para alcançar a eficácia, vale deduzir que os profissionais de um futuro não tão distante terão que possuir a capacidade de aprender, principalmente pela auto-instrução eficiente, determinante de algumas características dos currículos hoje elaborados.

A globalização da economia e a formação de grandes blocos comerciais demandarão notáveis esforços no sentido de aumentar a competitividade das empresas. Infere-se, portanto, que todos os profissionais deverão adquirir conhecimentos das ferramentas de administração para responderem adequadamente a tal desafio.

A eficiência do discurso técnico da engenharia na educação não deve se limitar às *soluções* materiais ou práticas de ordem espacial ou decorativa, mas deve penetrar também na organização dos enunciados sobre trabalho, profissão e ensino, sobretudo a respeito do ensino profissional, já que um ensino eficiente é aquele que confere ao acadêmico as competências e as habilidades na sua área de atuação e o mercado de trabalho é que poderá dizer se ele foi eficaz.

Atualmente, a formação de profissionais em geral, especialmente a dos engenheiros, deverá basear-se em um currículo contemplador da velocidade das mudanças construtivas ou destrutivas de paradigmas, num intervalo de tempo menor que o da própria formação dos

mesmos profissionais. Decorre, pois, a necessidade da estruturação de currículos equilibrados, considerando-se a formação básica e a especialização.

A extrema especialização pode resultar na formação de profissionais com base num conhecimento “natimorto”. A Engenharia apresenta características específicas e deve considerar fatores externos para poder encarar a competitividade. As Escolas deverão ter preocupação para oferecer um ensino com a maior Qualidade possível. Trata-se de questão de sobrevivência das Instituições. Segundo CARDOSO e PININGA (1995), apesar da natureza diferenciada da Escola, de sua missão específica, nela estão presentes os mesmos elementos encontrados em qualquer instituição, ou seja:

- Objetivos, finalidades e propósitos;
- Estratégias de ação, visando à concretização dos objetivos;
- Líderes ou administradores responsáveis pelo alcance dos objetivos da organização.

A verdade é que nem sempre temos os conceitos de eficiência e de eficácia sobrepostos, seja no Ensino ou mesmo em uma Organização. Existem casos em que apesar da eficácia no processo, o produto final não se apresenta de acordo com seus objetivos maiores.

No sistema universitário, pode-se considerar como áreas de eficácia:

- A força de trabalho qualificada produzida pela Universidade;
- A força de trabalho reciclada por meio de cursos de pós-graduação, cursos de extensão, congressos, seminários, simpósios, entre outros;
- Serviços de integração comunitária como biblioteca, assistência social, representações desportivas, eventos culturais, empresas-júnior, eventos culturais, entre outros, no sentido de atender à população universitária;
- Serviços técnicos de assistência comunitária;
- Informações técnicas e científicas, produtos de estudos e investigações da Universidade. As publicações técnicas, edição de dissertações de mestrado e teses de doutorados, a colocação para o fácil acesso do público em geral às bibliotecas e dados das pesquisas e teses compõem essa área, considerada como uma das mais importantes.

Para análise mais profunda é fundamental ter-se bem claro quais seriam as características de um curso que apresentasse a eficácia como *característica*, e que devem estar bem definidas no projeto didático-pedagógico. Currículos muito bem elaborados com cargas horárias distribuídas de maneira adequada seja ciclo básico, responsável pelo desenvolvimento das ciências, que é a fonte da educação, como as ciências matemáticas e físicas (que compõem as principais ciências-fonte da engenharia) seja profissionalizante responsável pelo desenvolvimento tecnológico específico; nos conteúdos das disciplinas, abrangendo todos os tópicos importantes; corpo docente titulado e altamente especializado; laboratórios modernos; espaço físico adequado são tópicos importantes, porém insuficientes.

Se assim fosse, a própria regulamentação feita pelo Ministério da Educação, fixando objetivos gerais e específicos dos cursos e relacionando as características do perfil do egresso constituir-se-ia num manual de Qualidade. A resposta parece clara: As condições são necessárias, contudo inábeis.

Imprescindível estudar o problema com mais cuidado, a fim de se alcançar a reputação proveniente da *Qualidade e Confiabilidade*. Não é possível para uma Instituição de Ensino Superior e para a própria Escola de Engenharia que não se estabeleçam princípios, valores, objetivos e missão, com clareza.

As ações devem ser previstas, em função de uma visão de futuro muito bem definida, no projeto didático-pedagógico do curso, que deverá prever todas as ações interdisciplinares de acordo com os preceitos de ciência e tecnologia. Nenhum projeto permanecerá sem ser rentável, mas além de se tornar uma realidade econômica deve constituir-se numa realidade social. A eficiência vem da realização de metas e a eficácia vem da verdadeira formação, da

grande missão institucional, ou seja, a real formação do acadêmico que depende do que será transmitido ao aluno.

O projeto didático-pedagógico em constante processo de aperfeiçoamento, que certamente aproximaria a instituição de ensino superior do padrão de eficiência que dela requer a sociedade, deve obedecer a certos princípios, de acordo com TACHIZAWA e BERNARDES DE ANDRADE (1999) e que podem ser assim explicitados:

- O resgate da qualidade de ensino, que implica a compreensão dessa mesma qualidade como uma opção política de cada curso no contexto do plano estratégico que se quer em um dado momento histórico;
- O desenvolvimento de ações que visam a valorizar e dar consistência à área educacional;
- O currículo como eixo articulador do processo de avaliação institucional;
- A prática avaliativa como um processo unitário de monitoramento, controle e avaliação, de tal forma a possibilitar o diagnóstico das situações problemáticas que merecem correções de rumos para que sejam atingidos os objetivos almejados.

As instituições de ensino só sobreviverão dentro de uma sociedade se contribuírem para a satisfação das necessidades das pessoas envolvidas no processo educacional. A prioridade são os alunos, sendo necessário, e é mesmo vital, que eles se sintam motivados na aquisição dos conceitos e das práticas tanto ao longo da duração do curso, quanto depois de terem conseguido o diploma, atuando profissionalmente.

Para MEZONO (1994) o verdadeiro produto da escola, o que de fato dá cumprimento à missão, consiste na “formação do conhecimento”. Não aquele “transmitido” pelo professor apenas, mas o que se cria e se renova pelo próprio aluno, no decorrer de sua vida. Por outro lado, BUARQUE (1993), acredita que a Universidade consiste naquela reinvenção permanente, demonstrando dar sentido e propriedade ao trabalho e à própria organização de viver a missão.

Em uma instituição de ensino há decisões diversas quanto a: recursos, tipos de atividades a desempenhar, objetivos a perseguir, dimensionamento de metas, estratégias a adotar e muitas outras. Assim, é fundamental a adoção de mecanismos decisórios para os problemas situacionais de eficiência nas instituições de ensino superior do País, sem perder de vista a eficácia.

Assim, as decisões a serem tomadas sempre foram aspectos importantes nos processos organizacionais e a hierarquia das decisões está intimamente relacionada com a hierarquia dos objetivos. Ao se sugerir estratégias de racionalização de decisões administrativas para os diferentes níveis estruturais das Universidades Brasileiras, procura-se que as referências nos objetivos formulados para as diversas áreas-chave de eficácia tenham uma ação direta e efetiva nos “*feedbacks*” que serão feitos nos problemas situacionais das variáveis de eficiência, num esforço de adequação aos problemas atuais e futuros da sociedade.

3. ESCOLA EFICIENTE E EFICAZ

Para que a Universidade exerça o papel a ela destinado no processo sócio-econômico nacional, terá que se adequar, a cada instante, ao sentido e às aspirações da cultura da sociedade onde se insere, reivindicando uma posição participante nas solicitações e exigências do presente e do futuro.

A Universidade só atingirá tal meta se entender que precisa educar-se constantemente. Só assim, evitará o desuso dos métodos, da estrutura e dos resultados. Precisar reorganizar-se e reconstruir-se para poder existir e oferecer resposta adequada à nova realidade social. Necessita “pensar” o trabalho, e não apenas executá-lo. Significa realizar verdadeiras

mudanças internas, mesmo sabendo encontrar maior resistência por parte dos quadros, sobretudo dos que não desejam perder os “privilégios”.

É preciso ousar! Faz-se necessário dar à Universidade a verdadeira dimensão e criar condições para o pleno cumprimento de sua missão. Assim pode-se falar na eficácia no ensino, se efetivamente os alunos forem preparados para enfrentar situações diversas com segurança e se conseguirmos um cidadão consciente de sua capacidade sua formação eficaz.

A eficiência, neste caso, ficaria reduzida a alguns indicadores de qualidade que nos permitem analisar situações micro, como índices de aprovação em uma determinada disciplina ou a avaliação de um professor, como fatores isolados.

Assim pode-se afirmar que a produtividade e eficiência podem ser palavras identificadas com “qualidade”, pois ser produtivo ou eficiente e, então ter qualidade, é formar mais cidadãos habilitados a preencher necessidades imediatas e muitas vezes bem específicas do mercado de trabalho, segundo SILVA JR. e SGUISSAEDI (2001).

Claro que as lideranças devem identificar a razão real da existência da escola, quais os objetivos fundamentais e os valores sustentadores. Uma vez delineado o cenário e definida claramente a missão, pode-se estabelecer a estratégia mais eficiente para se atingir com eficácia os objetivos da escola.

O ensino de qualidade, um direito do homem, pois de acordo com o Artigo 27 da Declaração Universal dos Direitos do Homem: “Todo homem tem direito de participar livremente da vida cultural da comunidade, do progresso científico e de seus benefícios e de fruir as artes” e tudo isso será viabilizado pelo desenvolvimento das competências que possibilitam a inclusão do indivíduo na sociedade letrada e na era da informação do mundo pós-moderno como cidadão consciente de seu compromisso com a sociedade e disposto a lutar por direitos e deveres.

É esse conceito de ensino, como forma fundamental de integração do homem na sociedade, e é este o compromisso e a função de uma escola eficaz, ou seja, garantir que os alunos aprendam a pensar, a fazer, a ser e a conviver, tendo acesso a todo o tipo de informação e conhecimento, no momento certo, com prazer e facilidade, segundo ANDRADE (2004).

Uma escola com eficiência, qualidade e eficácia é gerida com competência, agilidade, criatividade e entusiasmo, de forma participativa e colegiada, de tal forma que o seu projeto didático-pedagógico, que é a chave da gestão escolar, contemple:

- Abertura às necessidades da sociedade;
- Atualização dos professores e de sua prática pedagógica;
- Conectividade com os avanços científicos e tecnológicos;
- Comprometimento com a formação integral e o sucesso dos alunos;
- Empenho em planejar, coordenar e avaliar a dinâmica da Instituição diante da realidade atual;
- Prontidão pra resolver os desafios da gestão escolar, numa visão democrática do projeto global, para atender às contínuas exigências e às novas demandas da sociedade.

Assim, preserva-se a identidade institucional e a sua conexão com a realidade social, mantendo a sua tradição constantemente renovada.

Uma instituição eficaz tem um diferencial que a distingue, que pode ser a sua capacidade de adaptação aos novos tempos, atendendo as novas exigências da sociedade, o que exige uma visão estratégica global que lhe permita gerar mudanças positivas e respostas rápidas, com flexibilidade e eficiência, conforme ANDRADE (2004).

4. CONCLUSÃO

O ensino superior é um dos maiores desafios da atualidade. O ponto crucial para os cursos de Ciências Exatas e Engenharia é eficiência do aprendizado, porque o mundo atual é muito dinâmico, e as mudanças ocorrem rapidamente. Assim, a eficiência deve garantir a qualidade do ensino e para tanto a avaliação na sua forma mais abrangente é absolutamente necessária, pois possibilita o desenvolvimento de mecanismos de informações que permitam a identificação dos problemas situacionais.

É fundamental a identificação do problema situacional da eficiência, a listagem das suas possíveis causas e finalmente as sugestões das soluções e decisões alternativas. A análise de tais sugestões e as decisões alternativas devem ser realizadas em relação a sua eficácia para finalmente selecionar as decisões mais adequadas.

A eficácia no ensino deverá ser a referência principal na aprendizagem e pode ser considerada como o termômetro da atuação universitária na sociedade atual e do futuro.

Então para a solução de um determinado problema educacional deve-se: a) identificar o problema situacional da variável de eficiência; b) estudar as prováveis causas dos problemas situacionais; c) estudar as opções de decisões para as causas prováveis; d) analise das decisões alternativas; e) tomada da decisão mais adequada.

Assim, um ensino eficiente e eficaz requer uma reestruturação das práticas didático-pedagógicas, para que seja mantida a tradição, através de uma nova postura epistemológica educacional. Desse modo a educação estará contribuindo para a formação de profissionais competentes e eficazes com discernimento no trato da ciência e da tecnologia não apenas como instrumento de poder, mas sim de desenvolvimento humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R. C., **A Gestão da Escola**. Coleção Escola em Ação, volume 04. Rede Pitágoras, Porto Alegre/Belo Horizonte, 2004.

BECKER, S. W., NEUHAUSER, D., *The Efficient Organization*, Elseiver Scientific Publishing Co, New York, 1975.

BUARQUE, C., **A Aventura da Universidade**. Editora Paz e Terra/EDUNESP, São Paulo 1993, p. 54.

CARDOSO, F. I. B., PININGA, V. J. S. **A Questão da Qualidade no Ensino de Engenharia**. Escola Politécnica de Pernambuco/FESP-UPE, Recife, 1995, p. 804.

CORREA, A. L., SOUZA, E. M., **Metodologia para Avaliação do Desempenho da Rede de Ensino Industrial**. Ministérios da Educação e Cultura, Rio de Janeiro, 1971.

CYTRYNOWICZ, R. **O Engenheiro do século XXI**. Revista Politécnica, ano II São Paulo, 1991, p. 39.

FARIA, A.N., **A Organização de Empresas**. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, 1974.

GOMES TURBINO, M. J., **Eficiência e Eficácia nas Universidades**, IBRASA – Instituição Brasileira de Difusão Cultural S. A., São Paulo, 1981.

MEZONO, J. C., **Gestão da Qualidade na Escola: Princípios Básicos**. Editora Loyola, São Paulo, 1994, p. 174.

RHENMAN, E. **Organization Theory for Long-Range Planning**. John Willey & Sons, New York, 1973.

SILVA JR., J. R., SGUISSARDI, V., **Novas Faces da Educação Superior no Brasil**, Cortez Editora, São Paulo, 2001.

TACHIZAWA, T., BERNARDES DE ANDRADE, R. O., **Gestão de Instituições de Ensino**, Editora Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 1999.

EFFICIENCY and EFFECTIVENESS in the ENGINEERING EDUCATION

Abstract: The Brazilian education, in special in the education of engineering, has been faced a double challenge: to educate the citizens to live in a world in fast evolution and to form professionals to deal with the wide and mutant specter of the demand of the work market. It is seen as a systemic condition essential to improve the competitiveness of the national economy and to make possible the evolution of the society. Classically, engineers are seen as specialized technician in the solution of specific problems and limited to determined activities or fields of interest. Modernly they are seen as multipurpose professional apt to contribute for the solution of a great diversity of human problems, working in team and interdisciplinary subjects that involve the cooperation with other categories. Thus, the concepts of efficiency and the effectiveness in the engineering education can contribute so that the professionals can answer to the necessities and the requirements imposed for the current society. The possible variable of efficiency can supply the most valuable pointers to identify some exaggeration in the teach-learning. The effectiveness, whose concept is related to the desired objectives, is presented as a much more complex problem, therefore the models of correction and selection of decision are only attempts to readjustments to be done. Then, when offering to do a systemic model that encloses procedures for the selection of decisions referred in the variable of efficiency and the area-key of effectiveness, in the truth is being suggested conditions for one retaken of possible strategies for a new adequacy of the effective learning.

(Key words: Education of Engineering, Efficiency, Effectiveness, Abilities).