

# O USO DO MÉTODO DA ENGENHARIA NO ENSINO DAS CIÊNCIAS BÁSICAS

Gustavo F. Leonhardt<sup>1</sup>; Fabiano M. Paludetti<sup>2</sup>; Antonio de Oliveira<sup>3</sup>

Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia

Praça Mauá, 1

CEP 09580-900 - São Caetano do Sul - SP

<sup>1</sup>gleonhardt@maua.br

***Resumo:** Qualquer um que tenha dormido por uma geração e esteja acordando nos dias de hoje não reconhecerá o ambiente de trabalho encontrado. No entanto, as mudanças não ocorreram em todos os lugares. O sistema de ensino, onde cursou o ensino básico, o ensino fundamental e ensino superior, está muito parecido com aquele do qual ele lembrava no momento em que adormeceu. O projeto pedagógico dos vários cursos do sistema educacional, na grande maioria dos casos, não reflete a ação coletiva de todos os envolvidos e forma especialistas em um conjunto de disciplinas predeterminado e artificialmente delimitado. O objetivo deste trabalho é analisar cada componente do projeto pedagógico recomendando o método de trabalho da engenharia como metodologia a ser utilizada no ensino das ciências básicas, evitando-se a segregação dos saberes em compartimentos estanques e a incapacidade de articulá-los uns aos outros. Ao empregá-lo o estudante deve aprender a reconhecer e a examinar os fenômenos multidimensionais, em vez de isolar, de forma mutiladora, cada uma de suas partes, substituindo um pensamento disjuntivo e redutor por um pensamento do complexo, onde o saber é tecido junto.*

**Palavras-chave:** ensino de engenharia, ciências básicas, método da engenharia.

## 1. INTRODUÇÃO

Qualquer um que tenha dormido por uma geração e esteja acordando nos dias de hoje não reconhecerá o ambiente de trabalho encontrado. As suas lembranças do processo de fabricação não encontram similar nas empresas com futuro. O piso da fábrica parece o de um laboratório, a graxa, a pilha de produtos semi-acabados e as filas de pessoas trabalhando em linhas de montagem não existem mais. Ninguém está parado esperando por instruções sobre o que fazer. Não existem inspetores de qualidade por perto. Onde estão os supervisores? Quem é o trabalhador e quem é o gerente? É uma grande transformação. Por todas as empresas que procurar visitar tentando buscar algo de familiar encontrará, em todos os setores da economia, uma nova tecnologia, novos processos, uma nova forma, aparentemente radical, de fazer o trabalho.

Todos os lugares? Não totalmente. O sistema de ensino, onde cursou o primeiro, o segundo e o terceiro grau, está muito parecido com aquele do qual ele lembrava no momento em que adormeceu. Os nomes mudaram, agora é ensino básico, ensino fundamental, ensino médio e ensino superior. A maioria das pessoas agora tem *notebooks*, apesar de muitos deles parecerem ser mais decorativos do que úteis. Não se fala em ensino, mas em processo ensino-

aprendizagem, o professor é tido como um facilitador, no entanto a maioria das outras coisas nas escolas não o surpreende. Ao adentrar em uma sala de aula descobre que as carteiras estão dispostas da mesma forma e as disciplinas continuam estanques, sem conexão, com hora para começar e terminar. Os alunos continuam a receber problemas prontos, já com solução, e fazem as perguntas que o professor quer ouvir e respondem aquelas que o professor quer escutar (KUEHEN E BAZZO, 2004).

O projeto pedagógico dos vários cursos do sistema educacional, na grande maioria dos casos, não reflete a ação coletiva de todos os envolvidos e forma especialistas em um conjunto de disciplinas predeterminado e artificialmente delimitado. Conseqüentemente, obriga o estudante a reduzir o complexo ao simples, a decompor e a não recompor e a eliminar tudo o que pode causar desordem ou contradição no seu entendimento.

Para o mundo atual de rápidas mudanças, cada vez mais complexo e com demandas crescentes, o sistema de ensino precisa preparar seus estudantes para novos desafios: a informação é uma matéria-prima que o conhecimento deve dominar e integrar; o conhecimento, por sua vez, deve ser constantemente revisado pelo pensamento; e o pensamento, mais do que nunca, representa o capital mais precioso do indivíduo e da sociedade. Na atual conjuntura, o desafio atual é, ao invés de separar disciplinas, reunir e integrar. Nesse novo milênio, as necessidades são: visão holística e enfoque dos problemas na profundidade por eles exigida. Assim, todo indivíduo deve ser capaz de visualizar simultaneamente a floresta e as árvores. É necessário evitar os saberes separados, fragmentados e compartimentados entre as disciplinas, tornando visíveis os sistemas complexos, com as interações e retroações entre as partes e o todo, entendendo as entidades multidimensionais com todas suas características.

A máxima atual é “mais vale uma cabeça bem-feita que uma cabeça bem-cheia” (MORIN, 2001). Entenda-se por cabeça bem-cheia aquela na qual o conhecimento é acumulado sem nenhum princípio de seleção e articulação. Ao invés de acumular saber é mais importante desenvolver uma cabeça bem-feita. Aquela que dispõe ao mesmo tempo de uma aptidão geral para propor e resolver problemas e de princípios organizadores que permitam ligar os saberes e lhes dar sentido. Essa máxima é decorrência do princípio de que sabedoria não se transmite, ao contrário é necessário que cada um a descubra. Ninguém pode fazer a trajetória no lugar do outro. Assim como os modelos que representam nossa realidade e nossos valores, a sabedoria também é uma forma do Homem ver o mundo em que vive. Para mudar esses paradigmas é necessário fazer perguntas, ir atrás das indagações que produzam o novo saber.

Nesse contexto, é papel da educação moderna estimular o emprego da inteligência, forçando o indivíduo a praticar a curiosidade e assim permanecendo um eterno aprendiz. Desde os primórdios da humanidade o Homem tem buscado se conhecer e resolver seus problemas através da dúvida e do questionamento. O ensino deve avivar essa característica, favorecendo a aptidão natural da mente humana para colocar e resolver problemas, estimulando o pleno emprego da inteligência geral sem aniquilar a curiosidade, fomentando a dúvida, ensinando a repensar o pensamento de modo a desaprender o sabido e a pesquisar o que a humanidade ignora na busca de novas explicações para os problemas atuais.

Adotando-se a definição de SOUZA (1995) para projeto pedagógico — “uma proposta de trabalho integrado que descreve um conjunto de capacidades a serem desenvolvidos em uma dada clientela, os referenciais a ela associados e a metodologia a ser adotada” —, o entendimento dos três componentes que o constitui: as capacidades, os referenciais e as metodologias podem esclarecer o processo de concepção do projeto pedagógico. As capacidades compreendem as dimensões cognitivas, afetivas e psicomotoras consideradas em suas inter-relações e em níveis progressivos de detalhamento. Elas devem estar contidas no objetivo geral do curso e devem responder à questão: que competências devem ser desenvolvidas nos participantes? Os referenciais são os conteúdos programáticos que refletem

o estágio atual das diferentes áreas de conhecimento correspondentes aos componentes curriculares. Portanto, é preciso estabelecer com quais conteúdos as competências podem ser desenvolvidas. A metodologia envolve o processo de gestão — planejamento, coordenação e avaliação — e o processo de ensino-aprendizagem que representam os objetivos e as diretrizes de cada disciplina ou tópico de aprendizagem.

O objetivo deste trabalho é analisar cada componente do projeto pedagógico recomendando o método de trabalho da engenharia como metodologia a ser utilizada no ensino das ciências básicas, evitando-se a segregação dos saberes em compartimentos estanques e a incapacidade de articulá-los uns aos outros. Ao empregá-lo o estudante deve aprender a reconhecer e a examinar os fenômenos multidimensionais, em vez de isolar, de forma mutiladora, cada uma de suas partes, substituindo um pensamento disjuntivo e redutor por um pensamento do complexo, onde o saber é tecido junto.

## **2. PERFIL PROFISSIONAL DESEJADO**

Como resultado de uma pesquisa recente, a revista *Exame* de 2 de fevereiro de 2005 publicou o perfil de 105 executivos que ocupam o posto de presidente em uma amostra das 500 maiores empresas listadas no anuário *Melhores e Maiores*. O resultado mostrou que 49% são engenheiros e 28% administradores. Essa mesma pesquisa mostrou ainda que 47% dos Diretores Comerciais dessas empresas também têm a formação de engenheiros, embora o marketing e a comunicação de mercado não façam parte do currículo de engenharia. De acordo com GRACIOSO (2005), ao tentar explicar o resultado dessa pesquisa, o que distingue os formandos de engenharia, mais do que os conhecimentos que adquirem durante o curso, são suas mentes inquisitivas — sempre dispostas a encontrar respostas para os problemas — e os valores associados à profissão: a) foco no resultado; b) capacidade analítica; c) processos de tomada de decisões baseadas na avaliação metódica das alternativas; d) familiaridade com a matemática e com os métodos quantitativos — mais respeito pelos números; e) são ponderados — ouvem mais do que falam —, inspiram confiança.

O profissional a ser formado — engenheiro, administrador, advogado etc. — deverá vencer os desafios propostos pela sociedade: as necessidades da população de cada região; o progresso científico e tecnológico; as tendências da realidade sócio-econômica do país; a ética e os valores humanos para um novo tempo; além de conhecer os elementos básicos de sua formação — conhecimento sólido de sua área de atuação, curiosidade intelectual consubstanciada no aprimoramento contínuo, exercício consciente da profissão e respeito à cidadania, iniciativa e criatividade na solução de problemas pessoais, empresariais e sociais relevantes e capacidade crítico-reflexiva diante das questões humanas e sociais.

É imperioso que a forma de educar os novos líderes seja modificada. Eles precisam ser abrangentes nas ciências, nas tecnologias e nas disciplinas humanísticas de modo a tornarem-se mais conscientes dos problemas do mundo real, acostumando-se a trabalhar de modo cooperativo em equipes, conhecendo as práticas culturais, institucionais e de negócios de outros países (REIS E SILVA, 2004).

## **3. CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS**

BOUTINET (2001), em sua obra “Antropologia do projeto”, mostra que o projeto é uma figura emblemática em nossa sociedade, apresentando-se como símbolo e, portanto, sendo

entendido sob diferentes visões e conceitos dependendo da área de conhecimento. De acordo com esse autor, na modernidade o conceito e a figura coincidem e o projeto torna-se um modo de expressão privilegiado que evidencia dois desvios constituintes dessa modernidade: o desvio da razão, que está relacionado com as condutas de antecipação, que procura dominar cada vez mais o futuro, e o desvio existencial, referente às interrogações sobre o sentido de uma evolução do indivíduo ou coletivo, expressando uma busca inquieta de um ideal inacessível.

Para alguns autores, projetar é um esforço intelectual para encontrar certas demandas da melhor forma possível. Na busca do desenvolvimento sustentável, esse esforço faz parte do dia-a-dia do Homem. Para a engenharia, a principal tarefa do engenheiro é aplicar seus conhecimentos científicos à solução dos problemas técnicos e aperfeiçoar essas soluções para as restrições materiais, tecnológicas e econômicas da época. Qualquer que seja o conceito que o vocábulo possa ter, o ato de projetar requer atividades de maior envolvimento cognitivo ao exigir mecanismos mentais de estruturação, análise e síntese de informações que permitam concretizar os objetivos propostos.

Dentro dessa ordem de idéias, os conteúdos programáticos da física, química e biologia devem ser empregados com a finalidade de desenvolver um conjunto de competências que pode ser resumido na capacidade do indivíduo apresentar soluções aos problemas de uma sociedade, projetando as demandas dessa sociedade de modo a garantir a evolução do indivíduo e do coletivo.

#### **4. METODOLOGIA: O MÉTODO DA ENGENHARIA**

A prática da engenharia envolve a aplicação do conhecimento e da experiência acumulada a um grande espectro de situações técnicas e de gestão de processos e serviços. Duas competências são fundamentais para o profissional da engenharia: a elaboração de projeto e a resolução de problemas.

EIDE E COL. (1997) salientam que o resultado do esforço da Engenharia — geralmente referido como projeto — pode ser: parte de um equipamento, uma estrutura, um sistema, um produto ou um processo que satisfaz a determinada necessidade. De acordo com esses autores, o processo envolvido em um projeto inclui as seguintes atividades, que devem ser completadas uma a uma.

1. Identificação da necessidade.
2. Definição do problema.
3. Exame detalhado do problema.
4. Restrições existentes.
5. Critérios.
6. Soluções alternativas.
7. Análise.
8. Decisão.
9. Especificação.
10. Comunicação.

Esse processo tem início com o reconhecimento de uma necessidade. Em uma empresa, a busca pelo resultado é que permite reconhecer as necessidades. Geralmente é a direção da empresa que determina as necessidades para um dado período, ou seja, incluem no planejamento estratégico os problemas — necessidades — e as oportunidades que devem ser analisadas. Na definição do problema, o pessoal técnico participa mais ativamente, determinando os termos nos quais ele deverá ser examinado. No exame detalhado do

problema, toda a informação, que permite entender e complementar o enunciado do problema, deve ser pesquisado permitindo que as restrições existentes possam ser estabelecidas. Na quinta etapa, os critérios que permitirão escolher as soluções alternativas devem ser escolhidos. Porém, é na sexta etapa que a capacidade criativa do profissional é posta à prova. Nessa etapa, as diversas soluções possíveis devem ser apresentadas. A fase seguinte, de análise, permite avaliar as várias alternativas apresentadas e, com base nos critérios anteriormente estabelecidos, encaminha o projeto para uma decisão. Neste instante, uma solução é alcançada permitindo que as especificações da solução ou do conceito formulado sejam preparadas. Finalmente, o resultado do projeto está em condições de ser comunicado para os interessados.

Como se desprende, as etapas envolvidas na elaboração de um projeto representam, de forma simplificada, o processo global que a engenharia emprega quando está resolvendo um problema cujo resultado final não é caracterizado por uma única solução. A sétima etapa que inclui a análise<sup>1</sup> é mais significativa. Ela representa o caráter cíclico do processo de elaboração de projetos.

É importante salientar que, em todas as etapas, existem inúmeros processos que podem ser empregados. De acordo com EIDE E COL. (1997), o mais importante de tais processos é o Método da Engenharia. Este método corresponde a uma adaptação do método científico de resolução de problemas sendo constituído por seis etapas básicas.

1. Identificação e compreensão do problema.
2. Análise dos dados disponíveis e verificação da precisão.
3. Seleção da teoria ou princípio adequado.
4. Formulação de hipóteses.
5. Resolução do problema.
6. Verificação e comparação dos resultados.

O Método da Engenharia é um conjunto de regras e princípios sumarizados nessas seis etapas de abordagem de problemas. Ele foi exaustivamente testado no tempo e deve fazer parte do modo de pensar dos líderes que devem ser formados pelo sistema de ensino.

#### **4.1. Aplicação no ensino de física, química, biologia e matemática**

O sucesso do desenvolvimento de uma sociedade requer a habilidade de descrever e analisar quantitativamente o comportamento das soluções dos problemas tecnológicos — envolvendo seus processos e produtos — enfrentados por essa sociedade. Isso pode ser feito empregando-se os princípios gerais de biologia, química e física e a linguagem matemática. No entanto, ao estudar processos e seus produtos, o Homem encontra dificuldades em analisá-los na sua forma natural de existência pela complexidade, por dificuldade de acesso ou de medição, ou mesmo em função dos riscos e dos custos envolvidos. Procurando facilitar sua tarefa, a engenharia, no projeto das necessidades da sociedade, busca formas de obter modelos<sup>2</sup> que possam representar sistemas, processos e o comportamento dos produtos no mercado. Na Figura 1, representa-se a base e a estrutura da engenharia na análise de processos e produtos.

---

<sup>1</sup> Por análise entende-se o emprego da matemática e dos princípios científicos para verificar o desempenho de soluções alternativas. Geralmente ela envolve três áreas: aplicação das leis das ciências básicas, aplicação das leis econômicas e aplicação do bom senso.

<sup>2</sup> De acordo com SHANON (1975), um modelo é a representação de um objeto, sistema, ou idéia, em alguma outra forma que não a entidade em si.

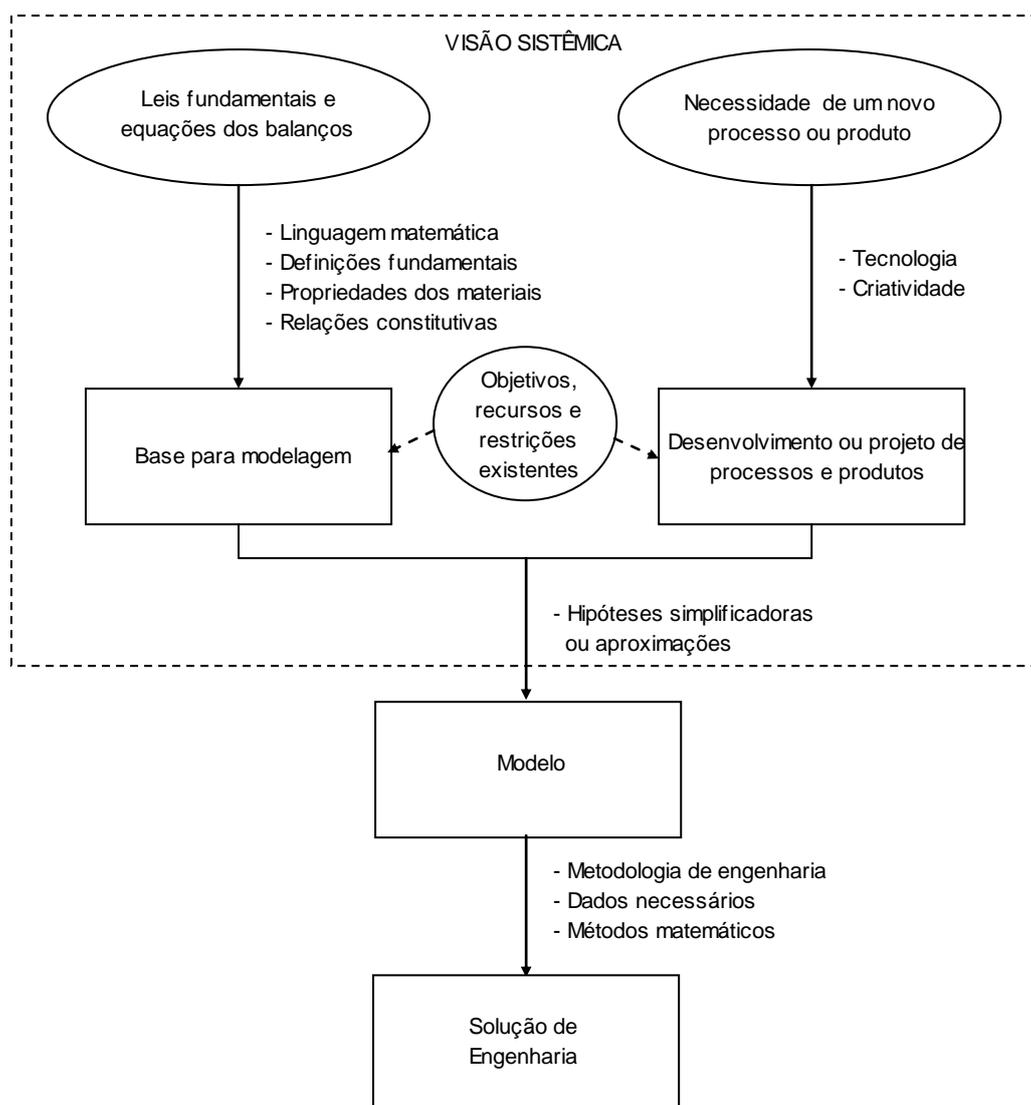


Figura 1 – Estrutura da engenharia na análise de processos e produtos. Fonte: Adaptado de GLOVER et al. (1996)

Apesar do desenvolvimento atual da física, química e da biologia, o que se pretende com esse tipo de abordagem é contextualizar o ensino dessas disciplinas empregando os livros texto como forma de consulta para modelar soluções para os problemas apresentados e que dirijam o aprendiz para o estudo dessas disciplinas.

#### 4.2. A matemática como forma de representação

As ciências naturais e sociais estudam seus sistemas procurando interpretá-los e representá-los por meio de modelos. Manipulando o modelo é possível prever o comportamento do sistema estudado. A principal finalidade é representar adequadamente dados, parâmetros, variáveis, relações e restrições. Somente uma representação adequada permite a correta compreensão do problema que está sendo analisado. Dada a facilidade de obtenção e de trabalho, dá-se ênfase aos modelos matemáticos.

A construção de modelos matemáticos começa com a obtenção de dados e informações a respeito do sistema que se está pretendendo representar. Geralmente, os dados obtidos são

apresentados na forma de tabelas e de gráficos. Uma análise desses dados permite estabelecer uma equação matemática — um modelo — que descreva os dados e estime os resultados  $(y_1, y_2 \dots y_n)$  quando os valores das variáveis de entrada  $(x_1, x_2 \dots x_n)$  são fornecidos. O modelo pode ajudar a explicar os detalhes da relação entre as variáveis de entrada e os resultados que não puderam ser explicados somente representando os dados graficamente, explicando o mecanismo existente no problema analisado. Se o modelo for bom, representando adequadamente os dados experimentais, ele permitirá tirar conclusões que uma simples análise dos dados não permite.

A construção de modelos como forma de representação das ciências naturais e sociais tem por objetivo desenvolver estruturas de pensamento que levem o aluno a aprender matemática construtivamente, a partir da construção gradativa dos seus conceitos. Por outro lado, a capacidade de resolver problemas estará sendo desenvolvida ao dar sentido ao processo de procura de soluções, envolvendo e incorporando o aprendiz na busca de respostas às necessidades de uma sociedade. A incorporação dos vários conhecimentos da matemática, como representação gráfica, funções, proporções, taxas de variação, matrizes etc., devem ser pautadas pelo envolvimento do educando na construção dos conhecimentos e no desenvolvimento do significado desses conhecimentos.

## 5. CONCLUSÃO

Tendo em vista os vários tipos de demanda da sociedade atual, a previsão mais segura, para todos os envolvidos — indivíduos e organizações — é a de mudança. Neste contexto, as escolas não podem mais preparar pessoas para atuarem em um mundo de 20 anos atrás. Uma organização pautada em disciplinas estanques e estruturada pela idéia de pré-requisito dissocia o ensino das matérias básicas do contexto a que elas se destinam: formar a base do conhecimento necessário para o desenvolvimento da sociedade. É necessário fornecer uma experiência educacional de valor intrínseco, preparando o aprendiz para a criação, aplicação e disseminação do conhecimento. Eles devem ter habilidade de tomar decisões, com base na leitura do cenário, definição do problema, coleta e avaliação de informações relacionadas a ele, sendo capazes de apresentar soluções e de trabalhar em uma comunidade global, com todas as competências por ela exigidas.

O emprego da metodologia da engenharia no ensino das ciências básica, propondo problemas que não apresentem soluções únicas, permitirá que alunos e professores sejam eternos aprendizes. Não se busca a capacitação dos alunos em física, química, biologia ou matemática, mas que ele desenvolva a capacidade de resolver problemas que está vinculada ao processo de pesquisa de soluções para as necessidades do ser Humano na atualidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOUTINET, J.P. **Antropologia do projeto**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

EIDE, A. R. E COL. **Engineering fundamentals and problem solving**. 3<sup>rd</sup> ed. Singapore: McGraw-Hill Book, 1997.

GLOVER, C. J., LUNSFORD, K. M. and FLEMING, J. A. **Conservation principles and the structure of engineering**. 5<sup>th</sup> ed. McGraw, Inc. 1996.

GRACIOSO, F. Sonhos e lembranças. **Revista da ESPM**, vol. 12, n° 3, 22-33. 2005

KUEHN, A.; BAZZO, W.A. O que queremos da educação tecnológica? **Revista de Ensino de Engenharia**, vol. 23, n° 2, 9-17. 2004.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Trad. Eloá Jacobina. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

REIS, D. A. DOS; SILVA, P.A. L. DA. Os ventos da mudança: simbiose entre engenharia e administração. **Revista de Ensino de Engenharia**, vol. 23, n° 1, 11-16. 2004.

SHANNON, R. E. **Systems simulation; the art and science**. Englewood Cliffs, Prentice-Hal, 1975.

SOUZA, C.B.G. O Projeto Pedagógico como instrumento de participação e qualidade do ensino superior. **Anais do III Circuito PROGAD: “O projeto pedagógico de seu curso está sendo construído por você?”** São Paulo: Pró-Reitoria de graduação, UNESP, 1995.

## **TEACHING BASIC SCIENCE WITH THE ENGINEERING'S METHOD**

***Abstract:** Anyone that has slept for a whole generation and is waking up nowadays will not recognize the working environment he will find. However, the changes did not happen everywhere. The educational system, where he attended primary, secondary and higher school is very similar to the one of the time he went to sleep. Most of the pedagogical plans of the educational system courses do not reflect the joint action of all the parts involved and tend to graduate specialists in a set of predetermined disciplines artificially delimited. The objective of this work is to analyze each component of the pedagogical plan, recommending the engineering working method as the methodology to be used in the teaching of basic sciences, avoiding the knowledge segregation into separate compartments and the lack of capacity to establish relations among them. By using it, the student must learn how to recognize and examine the multidimensional phenomena, instead of isolating each one of its parts, replacing a disjunctive and reducing thought with a more complex approach, where knowledge is built altogether.*

***Keywords:** engineering teaching, basic sciences, engineering working method.*