



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

O USO DA ABORDAGEM *TOP-DOWN* COMO METODOLOGIA INTEGRADORA NO CURSO DE ENGENHARIA ELETRÔNICA

José Carlos Corrêa de Andrades – joseelt@openlink.com.br

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Programa de Pós-Graduação em Tecnologia (PPTEC)

Avenida Maracanã, 229 – Maracanã, bloco E – 5º andar

CEP 20271-110 Rio de Janeiro - RJ

Carlos Henrique Figueiredo Alves – caique@cefet-rj.br

Maria da Glória de Faria Leal – maria.leal@ig.com.br

***Resumo:** Propõe-se neste trabalho à aplicação da abordagem top-down como elemento motivador e de integração disciplinar ao curso de Engenharia Eletrônica, promovendo um melhor alinhamento entre o projeto político-pedagógico da Universidade e as diretrizes curriculares nacionais. É uma abordagem do geral para o particular, complementando as abordagens tradicionais denominadas bottom-up. Levam-se em consideração experiências realizadas no CEFET/RJ em determinadas disciplinas.*

***Palavras-chave:** Ensino de eletrônica, Educação Sistemica, Abordagem top-down.*

1. INTRODUÇÃO

Observa-se, atualmente, certa inquietude no meio acadêmico dos cursos de graduação em engenharia, por conta de alguns aspectos estabelecidos a partir da homologação de suas diretrizes curriculares nacionais determinadas na resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. Estas diretrizes determinam alterações curriculares, de forma a permitir maior flexibilização na elaboração de seu projeto político-pedagógico e uma otimização do tempo em sala de aula. Destacando seu artigo 3º a título de exemplificação, segundo o MEC (2002), a resolução, que tem nove artigos ao todo, estabelece um perfil de engenheiro com as seguintes características:

formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

Apesar de o texto deixar margens para dúvidas, no tocante ao significado de determinadas expressões utilizadas e à magnitude da abrangência desejada, nota-se a preocupação para que o profissional dos tempos coevos atenda a uma nova realidade,

comportando em sua formação aspectos que o integrem à sociedade de uma forma mais efetiva. Mais que meras habilidades operacionais e articulação de números, um engenheiro hodierno deve ter visão sistêmica e interdisciplinar, além de estar consciente de seus atos e de sua interferência na sociedade, nos aspectos ambientais, econômicos, políticos e culturais. O modelo cartesiano tradicional do sistema de educação tende a dificultar este processo holístico, visto que a influência da era industrial ainda é significativa. A força da racionalidade, estabelecida desde a revolução científica no século XVII, e os princípios da especialização do trabalho, incentivados a partir da revolução industrial, no século XVIII, permitiram um grande progresso científico e avanços tecnológicos acelerados. Entretanto, segundo RÉGNIER (1995), contrariando a expectativa inicial, o nível moral da humanidade não acompanhou esta evolução, e constata-se uma desatenção para com as crises ambientais, desigualdades sociais, e outros estorvos. Além disso, os princípios de Taylor e Ford aplicados à administração científica no início do século XX foram refletidos no interior dos sistemas educacionais fazendo com que ocorresse uma fragmentação do conhecimento com o pensamento analítico das divisões por disciplinas. Ao longo desse período a maior parte das organizações caracterizou-se por “habilidades humanas mínimas”, de acordo com SENGE (2004), onde as pessoas eram treinadas em habilidades operacionais específicas, sendo apenas mais um insumo da produção. A atomização de tarefas e a desqualificação fizeram com que trabalhadores e estudantes não pudessem intervir nos processos produtivos e educacionais que participavam, afastando-se do processo decisório. De acordo com SANTOMÉ (1998), “a taylorização no âmbito educacional faz com que nem professores nem alunos possam participar dos processos de reflexão crítica sobre a realidade.”. Assim, também houve uma fragmentação dos saberes na prática escolar, de acordo com JACKSON E TORRES (1991) apud SANTOMÉ (1998), onde passou a imperar, igualmente, os princípios de divisão funcional, de obediência e de submissão à autoridade.

Os princípios de Taylor foram importantes e eficientes em seu tempo, e também têm sua importância nos dias de hoje, dependendo do contexto. Apesar disto, o processo de divisão de tarefas não atende à maioria das necessidades atuais, acarretando sérias dificuldades. Estes métodos organizacionais perderam efetividade em função do avanço das tecnologias, das quedas das fronteiras mercadológicas nacionais e da alteração das expectativas dos clientes que agora contam com mais alternativas e passam a ter maior poder de discernimento.

A partir da década de 1990 passou a vigorar um novo paradigma: o da *produção flexível*. É o início da *era da informação*, onde o conhecimento e outros ativos intangíveis passam a ser mais valorizados que os bens tangíveis e a produção de massa da *era industrial*. Para que a organização aumente seu grau de flexibilidade, competitividade, agilidade e inovação, deve abandonar o modelo onde o trabalhador é visto como mera ferramenta, como simples executor de tarefas e com seu intelecto desprezado. Ao contrário, sendo o ser humano a principal razão de ser da organização, e o responsável pelo desenvolvimento de todo o processo, ele deve ter a visão da empresa sistêmica, como um conjunto estruturado de elementos interdependentes para a consecução de um propósito.

As organizações e o sistema educacional devem buscar sistemas mais integrados que facilitem a visão do todo, sem esquecer a importância do profissional especialista. A formação do engenheiro deve incluir métodos que combinem os benefícios da especialização funcional com a agilidade, eficiência e qualidade da integração de processos, formando um profissional especialista/generalista. Os procedimentos metodológicos devem ser repensados de forma a permitirem um gerenciamento adequado da enorme quantidade de informações produzida nos tempos atuais sem, meramente, aumentar a quantidade de informações transferidas aos discentes dentro do mesmo período de tempo.

De acordo com BRUNO (1996) apud CIDRAL (2001), “Os novos atributos associados ao perfil do trabalhador têm levado a exigências no processo de formação que visam

desenvolver competências [...] nos diferentes campos do conhecimento”. Nesta esfera, as diretrizes curriculares enfocam a formação e a avaliação de *competências*. Não existe uma noção única do termo *competência*. Segundo PERRENOUD (1999), é “uma capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiada em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles”. Isto implica uma pedagogia mobilizadora do conhecimento. Este, não deve ser acumulado como na pedagogia tradicional, mas aplicado efetivamente a uma situação real. Toda e qualquer competência é construída a partir de situações práticas, atendendo a requisitos de flexibilização e interdisciplinaridade. A resolução CNE/CES 11 lista em seu artigo 4º, as *competências* e *habilidades* que um engenheiro deve desenvolver. Estas competências e habilidades têm agora um cunho mais generalista e abrangente, e para serem efetivamente alcançadas há de se encurtar a separação entre a teoria e a prática, herança deixada pela administração científica. CIDRAL (2001), coloca que as competências são os elementos constituintes do perfil do egresso e este é fundamental para o sucesso do projeto pedagógico de uma instituição.

Sugere-se, neste trabalho, a adoção da abordagem *top-down*, como uma contribuição ao processo de ensino-aprendizagem em engenharia eletrônica, aproveitando-se experiências realizadas no CEFET/RJ. É possível, com as devidas adequações, aplicar-se esta orientação metodológica em outros campos do conhecimento e em diversos níveis de formação. Esta metodologia faz uma abordagem *do geral para o particular*, ao contrário do enfoque tradicional, denominado *bottom-up*. O objetivo é facilitar o alinhamento do currículo às determinações de alguns artigos das diretrizes curriculares nacionais, contribuindo com uma minimização do problema da fragmentação disciplinar, o aumento da motivação discente com assuntos mais atrativos, que só seriam desenvolvidos ao final do curso e, com o enfoque no objetivo final, reduzir a lacuna entre a teoria e a prática.

2. A FRAGMENTAÇÃO DISCIPLINAR

Um dos maiores problemas educacionais atuais é a segmentação do saber. O discente apresenta uma grande dificuldade de relacionar os saberes em função dos conteúdos divididos por disciplinas. Não é tão simples perceber que cada disciplina faz parte de um todo. Segundo SILVA (2004), “O processo de desenvolvimento de competências deve ser contínuo e demanda tempo. Por isso verifica-se a sua incompatibilidade com o sistema disciplinar”. As diretrizes curriculares dispõem, em seu artigo 5º, parágrafo 1, que “deverão existir os trabalhos de síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, sendo que, pelo menos, um deles deverá se constituir em atividade obrigatória como requisito para a graduação”. Dentro de um desenvolvimento de competências e da necessidade de se incentivar os discentes a realizarem trabalhos em grupo, como sugerem as diretrizes, deve haver, então, uma maior integração disciplinar. Na formatação tradicional, entretanto, existe um sistema de currículos mínimos, onde os currículos dos cursos de engenharia apresentam um fluxograma onde são detalhadas as disciplinas que devem compor cada curso. A comunicação entre estas disciplinas é, na prática, falho, ocorrendo ligações apenas por questões de pré-requisitos, onde os discentes só estarão aptos para prosseguir numa certa disciplina após ter cursado uma anterior. Existe um ciclo básico, que é comum a todas as engenharias, seguido de um ciclo profissional, que é específico das ênfases. É o caso do currículo pleno do curso de engenharia elétrica com ênfase em eletrônica aplicado no CEFET/RJ. É ministrado num total de dez períodos letivos regulares, com uma carga horária de aproximadamente 4500 horas. O sistema de pré-requisitos estabelece uma configuração curricular rígida, que não coaduna com a proposta de abordagem por competências, onde estas devem ser definidas por linhas mais gerais, demandando uma maior flexibilidade curricular.

Para que o engenheiro formado desenvolva as competências desejáveis, não basta o acúmulo de informações das diversas disciplinas cursadas. Ele deve saber fazer uma mobilização lógica destas informações. Este objetivo é facilitado pela aplicação de atividades práticas durante o curso na forma de “situações-problema”, ou seja, situações semelhantes a que encontrará em seu futuro ambiente de trabalho. Este processo retira o discente da passividade tradicional, como um mero receptor de informações transmitidas do professor, passando a ter uma postura mais ativa.

Num estudo de casos realizado por SILVA (2004), em sua dissertação de mestrado, é constatado no CEFET/RJ que 60,9% dos discentes consideram que trabalhos que integrem os conhecimentos adquiridos, com aplicações de situações-problema, ocorrem com pouca frequência:

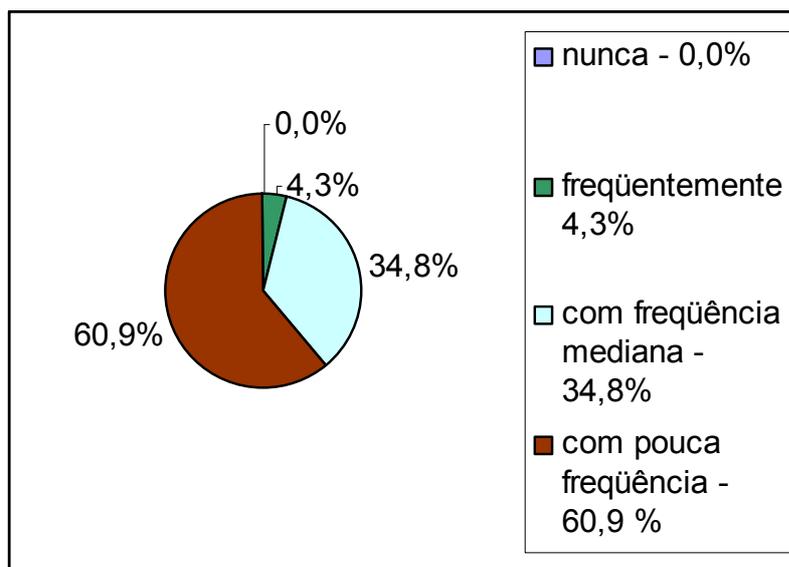


Figura I – Os professores apresentam aos alunos trabalhos que exijam uma integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso?

FONTE: SILVA (2004).

Há a necessidade, portanto, de uma reformulação da grade curricular, de forma que esta se torne mais flexível, evite a compartimentalização das disciplinas e promova um trabalho dinâmico e em grupo, de forma a desenvolver as competências indicadas nas diretrizes curriculares.

3. DIFICULDADES DO MÉTODO TRADICIONAL

Tradicionalmente, o ensino de eletrônica é dividido em duas vias paralelas: a *teoria* e a *prática* de laboratório. São abordadas, no início do curso, disciplinas básicas e instrumentais, sendo as disciplinas mais específicas abordadas ao final do mesmo.

Em qualquer bibliografia de eletricidade ou eletrônica, é típico, após o estudo da teoria atômica da matéria e das grandezas elétricas fundamentais, o estudo de alguns componentes. Posteriormente, tais componentes serão associados, formando circuitos diversos. Circuitos funcionais formam, então, sistemas mais complexos. Este método tradicional, com abordagem *bottom-up* (do particular para o geral), acarreta algumas dificuldades, como por exemplo:

1º) Visto que a análise é iniciada em nível de componente, sendo o sistema completo compreendido apenas ao final, há um comprometimento da eficácia da realização dos objetivos

cognitivos. A dificuldade do corpo discente encontra-se na abstração dos conceitos iniciais abordados e também no fato de o discente ignorar o real propósito do assunto em estudo.

2º) Em virtude das reais aplicações serem abordadas apenas ao final, é gerado um grande desestímulo no discente.

3º) Face ao estudo isolado das unidades programáticas, o aluno tenta decorar fórmulas para cada caso, em vez de buscar um raciocínio lógico ou princípios gerais que permitam resolver diversos tipos de problemas. Frequentemente, não ocorre a reunião dos assuntos estudados num sistema final.

4º) Em função dos avanços tecnológicos, gerando-se novos componentes e subsistemas prontos, o currículo tende a aumentar, tornando o tempo gasto no cumprimento do mesmo bastante crítico. Em meio a esta evolução, o método tradicional apresenta baixo rendimento.

5º) A falta de uma didática adequada e planejada faz com que alguns temas, que ainda são importantes no desenvolvimento cognitivo, sejam simplesmente extirpados do programa, com o objetivo de “economias de tempo”.

6º) Face à estrutura adotada, e à cultura vigente da teoria preceder a prática, existe um grande distanciamento entre ambas.

4. A CONCEPÇÃO DO MÉTODO *TOP-DOWN*

O método tradicional segue o modelo reducionista, que, por sua vez, segue o princípio de decomposição dos objetos sob estudo em elementos fundamentais simples. Contrariamente ao pensamento oriental, a cultura ocidental segue uma análise cartesiana, onde é necessário primeiramente equacionar-se as dúvidas teóricas para depois se experimentar as sensações. Assim, é parte de toda uma cultura educacional que o aprendizado da teoria preceda a prática e que o desenvolvimento da seqüência didática parta dos tópicos mais básicos, elementares e específicos e se dirija para os mais complexos e mais gerais. Este pensamento analítico simplifica o tratamento e facilita a especialização, mas se corre o risco de perder a noção do todo. Se for adotada uma nova postura no trabalho docente, de forma a enfatizar a abordagem através das situações-problema para o desenvolvimento das competências, aproximar-se-á do pensamento dos mestres orientais, onde o foco é o da visão do homem como um todo, integrado ao universo. Assim, eles procuram não detalhar conceitos teóricos e entorpecer os discípulos com respostas fáceis, antes de estes terem experimentado determinadas sensações, tendo atingido um domínio mínimo. “Os alunos devem ser desafiados e acostumados a pesquisar, a buscar o conhecimento adicional para a resolução de problemas. Afinal é assim que as coisas funcionam nas organizações”, comenta SILVA (2004). O atual modelo não está de acordo com uma abordagem por competências, visto que a prática de laboratório, que é o elemento chave para o trabalho com situações-problema, ainda está limitada a um conceito ministrado em uma aula teórica que necessariamente a precedeu. O professor de laboratório deve ter liberdade para criar situações que devem ir além da teoria e, muitas vezes, precedê-la, de forma que, por métodos hipotético-dedutivos o discente fixe melhor o conteúdo, através de suas próprias conclusões. “Um estudante será levado a construir competências de alto nível somente confrontando-se, regular e intensamente, com problemas numerosos, complexos e realistas, que mobilizem diversos tipos de recursos cognitivos”, de acordo com PERRENOUD (1999).

Estas ocorrências evidenciam a necessidade de uma nova seqüência e entrelaçamento das disciplinas, de forma a desenvolver as competências previstas nas diretrizes, tais como projetar, conduzir experimentos, analisar sistemas, produtos e processos, formulando e desenvolvendo diversos tipos de problemas em engenharia. Por estes aspectos, um pensamento sintético, com uma visão primeira do sistema integral pronto, além de facilitar a visão do objetivo final, promoveria a estimulação discente, pois se partiria de situações reais e

concretas. A montagem de um quebra-cabeça faz mais sentido, e é facilitada, se se dispõe inicialmente da imagem que se deseja montar.

A primeira idéia de uma nova abordagem surgiu numa discussão informal de professores do curso de eletrônica do CEFET/RJ acerca das crescentes dificuldades dos discentes na compreensão dos conteúdos, finalidade e integração dos mesmos, inadequação do processo didático mediante os avanços tecnológicos, dentre outras dificuldades. Este autor sugeriu, em 1990, uma abordagem mais integradora, que implicaria numa nova seqüência didática e numa nova ênfase e prioridade de conteúdos. Como se partiria de uma visão do geral para o particular, ao contrário dos procedimentos convencionais, o autor adotou o termo *top-down* para esta metodologia, termo este já aplicado em outras áreas do conhecimento sempre que se faz este tipo de abordagem, como é o caso de *desenvolvimento de softwares* e *abordagens administrativas*. Constatou-se, posteriormente, que a proposta já existia como método didático aplicado à eletrônica. No livro *Electronics Devices: a top-down system approach*, de 1988, Michael Sanderson comenta que a abordagem sugerida difere substancialmente da convencional, em função da drástica mudança do papel do profissional de eletrônica e da necessidade de se transmitir mais informações no mesmo tempo. O avanço na tecnologia dos semicondutores leva ao uso cada vez mais intensificado de circuitos integrados e ao trabalho com blocos funcionais, em detrimento da operação com componentes discretos. Neste contexto, uma análise sistêmica é adequada. Segundo Sanderson, esta nova abordagem de componentes foi o cerne de uma proposta feita por ele ao DeVry Institutes of Technology para uso em seu currículo técnico de eletrônica para o estudo de dispositivos semicondutores. A proposta foi aceita e aplicada em nível nacional, obtendo excepcionais resultados dos graduados no tocante à adaptação a novos e diferentes sistemas.

A abordagem *top-down*, procura cobrir as lacunas do método tradicional, complementando-o. Os assuntos em cada unidade programática são tratados como um meio para atingir um determinado fim, e não como um fim em si mesmo.

Inicia-se com o estudo do sistema completo, como um todo, para só depois, de modo gradativo, analisar-se assuntos mais específicos. O ponto chave do método está na utilização de diagramas de blocos, a partir dos quais são fornecidas informações genéricas, sem preocupações de detalhamentos profundos numa primeira abordagem. O propósito é, primeiramente, contextualizar os assuntos que serão ministrados, facilitando a identificação dos objetivos finais e integrando melhor as disciplinas. Espera-se por este processo reduzir, também, a taxa de evasão do curso de engenharia do CEFET/RJ no estágio inicial, que é de cerca de 10%. Esta evasão certamente tem como uma de suas causas a apresentação de disciplinas complexas e fragmentadas, e a aplicação do método seria um agente facilitador e motivador. É adequada uma análise física dos circuitos antes da aplicação de conceitos matemáticos.

Não se sugere com isto, uma menor ênfase na teoria ou, particularmente, nas disciplinas do ciclo básico. A base matemática é uma característica marcante do curso de engenharia, visto que esta é fundamental em projetos e na elaboração de modelos. Além disto, o texto do artigo 4º das diretrizes curriculares nacionais inicia com comentários sobre competências e habilidades para aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia elétrica. Esta base matemática, que vem se deteriorando nos últimos anos, segundo constatações dos docentes, precisa ser intensificada e não atenuada. A mudança seria apenas de enfoque e de seqüência lógica. É preciso desatrelar-se da cultura de que a teoria tem, necessariamente, que preceder a prática.

5. FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA AS NOVAS ABORDAGENS

A abordagem por competências, envolvendo situações-problema e a abordagem *top-down* podem ser aplicadas em qualquer circunstância e disciplina. São propostos 4 pontos básicos:

1º) Ação interdisciplinar, através do pensamento sistêmico.

2º) Visão holística, abordando-se os temas do geral para o particular.

3º) Adoção de elementos reais e concretos como ponto de partida, despertando o interesse e facilitando a compreensão do objetivo final através da aplicabilidade.

4º) Uso de analogias entre os elementos abstratos e complexos com outros elementos mais familiares, como recurso didático facilitador.

Algumas teorias e correntes de pensamento sustentam a adoção das propostas aqui sugeridas, além de complementá-las, gerando os elementos integradores, facilitadores e motivadores desejados.

Dentre estas teorias e correntes, pode-se citar:

1º) *A Teoria Geral de Sistemas*, de Bertalanffy.

2º) *A Teoria da Gestalt*, de origem alemã.

3º) *A Aprendizagem Significativa*, de Ausubel.

4º) *Metodologia de Metáforas*.

A *Teoria Geral de Sistemas* foi proposta pelo biólogo alemão Ludwig Von Bertalanffy, na década de 1950, para transcender os problemas exclusivos de cada ciência, e proporcionar princípios gerais, como comenta CHIAVENATO (2000). Isto atende às necessidades pós-modernas, onde as divisões entre as disciplinas e entre as ciências estão se tornando cada vez menos precisas, e surgem ciências interdisciplinares, como a cibernética. Vários autores contemporâneos, como Fritjof Capra e Peter Senge defendem o pensamento sistêmico.

A *Escola da Gestalt* alemã confirma a característica global da percepção infantil. Deduzida a partir dos estudos de vários psicólogos alemães no início do século XX, a estrutura Gestalt de percepção confronta-se às correntes dominantes da época: o associacionismo e o atomismo. Segundo SANTOMÉ (1998), os gestaltistas colocam que *a percepção humana apresenta-se com unidade, como um todo e, assim, com significado desde o primeiro momento*. O ser humano, segundo esta teoria, perceberia os diversos objetos do mundo físico como um todo, inicialmente, para só depois notar os detalhes como cor, adornos, etc. Para os gestaltistas o *estímulo* não é uma soma de elementos e sim uma gestalt, ou seja, não há estímulos isolados ou conglomerado de estímulos. Todo estímulo seria global e integrado e a compreensão deste faria a aprendizagem surgir abruptamente e não numa fase de ensaio e erro como na teoria do conexionismo de Thorndike. Portanto, como o *todo* é diferente da soma de suas *partes*, é imposto um limite à análise cartesiana, e a abordagem *top-down* pode complementar estas lacunas.

Em relação a abordagem da situação-problema, constata-se que esta “não se restringe a um simples problema tradicional apresentado em classe”, segundo SILVA (2004), mas deve estar inserida em um contexto, em uma situação que lhe dê sentido, aproximando-se da realidade. As diversas disciplinas precisam interagir e partir de perspectivas mais abrangentes, visando as aplicações. Isto se alinha ao paradigma teórico-metodológico da *Aprendizagem Significativa* de David Ausubel. AUSUBEL *et al* (1980) apud BARROS (2005), coloca como premissa fundamental: “O aprendizado significativo acontece quando uma informação nova é adquirida mediante um esforço deliberado por parte do aprendiz em ligar a informação nova com conceitos ou proposições relevantes preexistentes em sua estrutura cognitiva”. A *Aprendizagem Significativa* de Ausubel antagoniza com a *Aprendizagem Mecânica* que, segundo ele, está relacionada com a aquisição de novas informações com débil ou inexistente associação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do discente. Este, meramente recebe a informação, armazena-a durante certo tempo e esquece-a após uma avaliação. A *Aprendizagem Significativa* de Ausubel ocorre numa edificação mental ordenada, hierarquizada, permitindo um real aprendizado do discente visto que este faz elos de ligação com conteúdos pré-existentes e que têm significado.

Finalmente, uma forma didática que pode auxiliar as disciplinas é o uso de *metáforas*, como sugerido por BARROS (2005): “Metáfora pode ser definida como uma transferência de

significado que tem como base uma analogia. Usualmente é empregada para esclarecer um conceito pouco familiar, relacionando-o a outro mais familiar”.

Os rápidos avanços tecnológicos e as mudanças do mercado podem levar a revisões e readaptações freqüentes nos currículos de engenharia. Este contra-tempo poderia ser minimizado sob uma ênfase da óptica sistêmica. A visão de sistema além de ser interdisciplinar, atendendo a várias situações com um único estudo, é também, freqüentemente atemporal. Apesar dos rápidos avanços em tecnologia de componentes, o diagrama em blocos do sistema pouco muda. Este tipo de análise pode poupar, portanto, tempo e esforço.

A implementação de disciplinas mais genéricas aplicadas ao início do curso, com visão sistêmica e, portanto, de aplicação em várias áreas, certamente poderia otimizar ainda mais o tempo gasto posteriormente. O curso de Mestrado em Tecnologia do CEFET/RJ, por exemplo, apresenta disciplinas com estas características. Trata-se de um curso multidisciplinar cujas cadeiras são bastante abrangentes e genéricas, podendo ser aplicadas a vários campos de uma sociedade permeada pela tecnologia. Estas disciplinas seriam uma boa referência para outros cursos que desejassem atingir uma maior interdisciplinaridade e até mesmo, num futuro próximo, uma transdisciplinaridade. As propostas *top-down* e *bottom-up* não são, contudo, excludentes. São em realidade complementares e devem ser adequadamente dosadas e aplicadas ao momento certo.

De fato, análises sistêmicas são regularmente aplicadas em determinadas disciplinas, e a abordagem *top-down* algumas vezes é aplicada, sem se aperceber deste fato. É o caso de *Telecomunicações*, presente no fluxograma do curso de engenharia do CEFET/RJ. Na disciplina *Televisão* este tratamento é até inerente. É uma disciplina de grande receptividade, pois parte de um equipamento real, concreto e conhecido. É essencialmente prática, onde se aborda inicialmente o sistema de televisão como um todo, bem como suas aplicações. Depois, o receptor de TV é apresentado em blocos, descrevendo-se a função de cada um dos estágios. Finalmente, o funcionamento dos circuitos será detalhado. Televisão permite inúmeras práticas de circuitos eletrônicos analógicos, digitais e identificação de componentes.

A abordagem *top-down* também está de acordo com vários tipos de procedimentos na vida de um engenheiro, permitindo uma análise funcional de um circuito, projetos, *troubleshooting* (técnicas de pesquisas de defeitos), manutenção, dentre outros. A manutenção de equipamentos nos tempos modernos muitas vezes não atinge o nível de componente, sendo mais prático ou mesmo mais econômico a troca de módulos ou placas de circuito inteiros.

6. A APLICAÇÃO DO MÉTODO *TOP-DOWN*

A abordagem *top-down* faz, hoje, parte de uma metodologia didática mais ampla, que tem como principais objetivos:

1º) Estabelecer um método facilitador para o atendimento das diretrizes curriculares nacionais, no tocante principalmente a:

- formação generalista e humanista;
- formação por competências;
- maior integração entre teoria e prática;
- formação continuada;
- facilitar a integração disciplinar.

2º) Fornecer um método didático apropriado ao ensino de engenharia, ou a um curso técnico de nível médio, condizente com as necessidades atuais.

3º) Permitir que uma prática de laboratório seja realizada de forma livre e flexível sem a obrigatoriedade de uma teoria que a anteceda. Isto não significa reduzir a profundidade requerida. É criada apenas uma nova seqüência hierárquica de objetivos.

4º) Estimular o discente partindo-se da aplicação de circuitos mais reais e concretos.

Algumas disciplinas podem ser adiantadas no currículo, com objetivos integradores e motivadores. *Eletrônica Digital* é uma disciplina que facilmente pode ser antecipada, e também pode ser aplicada facilmente uma perspectiva *top-down*. A disciplina *Eletrônica*, mesmo sem o suporte das disciplinas do ciclo básico, pode ser adiantada e aplicada segundo uma perspectiva *top-down*. Ao contrário do método convencional, não se iniciaria por Física dos Semicondutores, que é um assunto bastante complexo e abstrato para o iniciante. Em vez disto, inicia-se definindo Eletrônica, descrevendo o desenvolvimento tecnológico pelo qual passou, e citando as aplicações atuais e tendências futuras. A seqüência histórica pode ser um bom indicador da seqüência didática a ser seguida.

O segundo passo é dividir a Eletrônica em áreas, descrevendo o que faz cada uma delas:

- Eletrônica de Áudio
- Sistemas de Vídeo
- Telecomunicações
- Computação
- Instrumentação, etc.

Este procedimento, além de tornar mais sólidos e claros os objetivos do curso, tendem a despertar maior interesse.

Após esta introdução, classificam-se os tipos de circuitos eletrônicos que serão encontrados na prática: amplificadores, osciladores, retificadores, etc., estudando-se, genericamente, as suas funções e aplicações.

Durante o desenvolvimento do processo, observa-se que alguns conceitos elementares devem ser colocados no momento das descrições, tais como: sinal, corrente, etc. É neste instante que uma adequada complementação com o método *bottom-up* deve ser realizada. A prática de laboratório pode ser um auxiliar efetivo, fornecendo algum tipo de vivência anterior à teoria. Deve ser observado que os conceitos teóricos permanecem abstratos se não houver um mínimo de vivência prática. É extremamente abstrato estudar eletromagnetismo sem nunca se ter conhecido um ímã. Também é de difícil associação de idéias, classificar-se componentes que nunca foram vistos ou manuseados antes. Por este motivo, sugere-se experiências que empreguem métodos hipotético-dedutivos, nas práticas de laboratório.

Ao se estudar o funcionamento do diodo retificador pelo método *top-down*, por exemplo, não se parte do estudo de elétrons, lacunas, dopagens do cristal e assim por diante, que é o convencional em qualquer bibliografia. A estrutura do componente deve ser uma das últimas coisas a serem tratadas. De início, descreve-se a função de uma fonte de alimentação, os tipos encontrados e classificações que se façam necessárias. Em seguida, faz-se o estudo em blocos de cada um dos estágios encontrados numa fonte: transformador, retificador, filtro e regulador de tensão.

Somente após o aluno ter solidificado o conceito do sistema como um todo, a interligação entre suas partes, suas aplicações e o que mais venha a ser necessário, é que se vai alcançando, gradativamente, o nível do componente. Quando o diodo é apresentado, o discente já identifica a necessidade de um circuito retificador e onde o mesmo é aplicado. E mesmo no estudo do componente, uma estrutura *top-down* pode ainda ser aplicada, da seguinte forma: não há a preocupação, em primeira análise, na estrutura interna do componente; simplesmente define-se o que ele faz.

À medida que determinados conceitos mais básicos são requisitados, as definições são colocadas paulatinamente, com a vantagem de estarem mais contextualizadas.

Com o decorrer do estudo, estes conceitos voltarão, sendo cada vez mais reforçados e enriquecidos em detalhes.

Para finalizar, pode-se abordar algumas dificuldades encontradas na aplicação do método:

1º) Os docentes foram formados por métodos tradicionais, o que gera dúvidas e dificuldades na aplicação da nova abordagem.

2º) O método, se aplicado na íntegra, representa uma radical mudança de procedimentos teóricos e práticos. Como os docentes não estão habituados a estes procedimentos, sugere-se uma alteração gradativa em determinados setores e um processo de capacitação de docentes.

3º) A perfeita utilização do processo só seria obtida por uma correspondente mudança na prática de laboratório. Esta última, por ser mais elaborada, exige rompimento com a compreensão de que “a teoria precede a prática”.

4º) A falta de uma bibliografia adequada dificulta o acompanhamento por parte dos discentes. Uma proposta é o desenvolvimento de apostilas para a complementação bibliográfica, mas com o devido cuidado para que a bibliografia tradicional não seja substituída. A diversidade bibliográfica e o hábito de leitura são enriquecedores e permitem a análise crítica e reflexiva.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como o método *top-down* parte da visão do *todo* e se fundamenta nas reais e contemporâneas aplicações práticas, ele permite um fácil e claro traçado de objetivos, que devem minimizar o desvio das reais necessidades de um engenheiro.

Nesta esfera, obtém-se um processo de avaliação mais equilibrado e mais justo, bem como uma maior integração entre a teoria e a prática, divisão esta que, numa situação ideal, não deveria existir. Assim, a aplicação do método facilita a implementação das diretrizes curriculares nacionais para o ensino de engenharia, no tocante à formação mais generalista e voltada para as competências, além de permitir uma otimização do tempo gasto, visto que a perspectiva sistêmica é interdisciplinar, o que favorece, também, este aspecto.

A abordagem *top-down* passa a caracterizar, deste modo, um método didático adequado à educação tecnológica, de nível médio ou superior, coerente com as necessidades atuais e que pode ser adequada a outras disciplinas e contextos.

Um engenheiro elétrico, com ênfase em eletrônica, mas do que qualquer outro, deve estar preparado para acompanhar mudanças rápidas, visto que a redução do ciclo de vida dos equipamentos é mais do que notória. Portanto, um método efetivo de gerenciamento de uma enorme quantidade de informações se faz necessário.

A aplicação do método, com certeza, tende a estimular o interesse e o aumento da atenção. Isto tem sido evidenciado na prática docente.

A tentativa de adequação do profissional à realidade do mercado é apenas um lado da questão. Não pode ser esquecida a formação plena do cidadão, bem como todo o processo didático que facilitará a aprendizagem. Levar em conta apenas as necessidades do setor produtivo seria um limitador das pretensas posturas críticas, reflexivas e criativas. O lado acadêmico também tem a sua importância. Portanto, deve haver uma adequada complementação de atividades.

De qualquer forma, o elemento chave para a implementação de todo o processo é a capacitação docente. Deve ser elaborado um curso de formação de professores que permita a troca de idéias, a troca de experiências e conduza à aplicação da abordagem *top-down* como um método didático padronizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BARROS, R. M.; MELONI, R.G.P. O uso de metáforas para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de cálculo diferencial e integral. In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA – COBENGE 2005, Campina Grande. **Anais**. Campina Grande: Centro de Convenções Raymundo Asfora, 2005.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 6.ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

CIDRAL, A.; KEMCZINSKI, A; ABREU, A.F. A abordagem por competências na definição do perfil do egresso de cursos de graduação. In: XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA - COBENGE 2001, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: PUCRS, 2001.

GRINSPUN, M.P.S.Z. (Org) *et al.*; **Educação Tecnológica: desafios e perspectivas**, 2.ed., São Paulo, Cortez, 2001.

MEC, Ministério da Educação. Resolução CNE/CES 11 de 11 de março de 2002, que institui as diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em engenharia. Disponível em < <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em 14 abr. 2006.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Tradução Bruno Charles Magne. Porto Alegre, Artes Médicas Sul, 1999. Título original: Construire des compétences dès l'école.

RÉGNIER, E.M. **Educação/formação profissional: para além dos novos paradigmas**. Boletim Técnico do Senac - v. 21, n. 1, jan./abr., 1995.

SANDERSON, M. **Electronic Devices: a top-down systems approach**. New Jersey: Prentice - Hall, Inc., 1988.

SANTOMÉ, J.T. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Tradução Cláudia Schilling. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda, 1998. Título original: Globalización e interdisciplinariedad: el curriculum integrado.

SENGE, P.M.; **A quinta disciplina: arte e prática da organização que aprende**. Tradução OP Traduções. São Paulo, Editora Best Seller, 2004, Título original: The fifth discipline.

SILVA, M.P. **As competências propostas pelas novas diretrizes curriculares e as IES: o caso do CEFET/RJ, 2004**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia), Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro – CEFET/RJ, Rio de Janeiro.

THE USE OF TOP-DOWN APPROACH AS AN INTEGRATING METHODOLOGY ON ELECTRONICS ENGINEERING'S COURSES

Abstract: *The application of the top-down approach is regarded in this paper as a motivator element and a discipline integrator on Electronics Engineering's courses, which promotes better alignment between the political-pedagogic project of the University and the National Curricular Directories. This approach starts from the general to the particular one, which completes the traditional approach, called bottom-up. It has been considered experiences in certain disciplines which were accomplished in CEFET/RJ.*

Key-words: *Electronics teaching, Systemic education, Top-down approach*