



**COBENGE 2005**

**XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**

“Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças”

12 a 15 de setembro - Campina Grande - Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPE

## **MÉTODO PARA PLANEJAR E AVALIAR DISCIPLINAS DE ENGENHARIA BASEADO EM COMPETÊNCIAS**

**Luciano Baracho Rocha** – lbr@cefetpr.br

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Departamento de Eletrônica.

Unidade de Curitiba

Av. Sete de Setembro, 3165

82010-320 – Curitiba – PR

**Vicente Machado Neto** – vmachado@cefetpr.br

***Resumo:** Neste artigo apresenta-se um estudo sobre o planejamento de disciplinas tendo em vista o conceito de competências e habilidades. Com este propósito sugere-se a adoção de uma ficha de avaliação de disciplina usada no sistema de ensino americano. Os passos necessários para formatar uma disciplina neste modelo são apresentados. Um exemplo de ficha de avaliação para uma disciplina Comunicações II é apresentada ao final.*

***Palavras-chaves:** Planejamento por Competências, Diretrizes Curriculares, Ficha de Avaliação*

### **1. INTRODUÇÃO**

Os documentos usados para planejar as disciplinas não são muito eficazes em diversos aspectos. Em geral estes documentos se constituem em listas conteúdos divididos em unidades e distribuídos ao longo do tempo, e a sua aplicação pode ser muito diferente dependendo da visão do professor sobre a disciplina. Estabelecidos ao início do semestre, estes programas ou planos não servem para acompanhar a disciplina, e não são avaliados ao final da disciplina. Os resultados destes programas não são realimentados para o curso. Estes documentos, em geral, não levam em conta as competências e habilidades do aluno.

As novas diretrizes curriculares de engenharia, através da resolução 11/2002, conforme CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (2002), determinam que os cursos levem em conta em seu planejamento as competências e habilidades desejadas ao final. Com este objetivo a Comissão Curricular Permanente – CCP, do curso de Engenharia Industrial Elétrica – modalidade Eletrônica/Telecomunicações do CEFET-PR, citada em ROCHA (2004) decidiu estudar formas para planejar as disciplinas por competências. A preocupação da comissão era melhorar o modo de planejamento e execução das disciplinas, estabelecendo claramente a correlação entre com as competências do curso. Uma estudo preliminar indicou a possibilidade de se adotar uma ficha de acompanhamento e avaliação de disciplina baseado no formato americano, padronizado no modelo de ensino americano, de acordo com a ABET, ou *Accreditation Board for Engineering and Technology* nos EUA, citado em ABET(2003). Estas fichas, conhecidas como “*Assessment Sheets*” podem ser encontradas fazendo uma busca na internet, como em COLUMBIA UNIVERSITY (2003).

## 2. CONCEITO DE COMPETÊNCIAS

Para que se possa trabalhar com abordagem de competências, vamos listar algumas definições e dimensões que esta palavra pode implicar.

### 2.1 Etimologia

De acordo com o dicionário Aurélio, em FERREIRA(2002), a palavra competência, derivada do latim *competentia*, significa capacidade, habilidade, aptidão, idoneidade. Segundo a visão jurídica, em DE PLÁCIDO DE SILVA (1998) a palavra competência possui aplicação na técnica jurídica, significando tanto capacidade, no sentido de **aptidão**, pela qual uma pessoa pode executar ou fruir um direito, quanto significa capacidade no sentido de **poder**, em virtude do qual a autoridade possui legalmente atribuição para conhecer de certos atos jurídicos e deliberar a respeito.

As competências curriculares (capacidades, aptidões) desenvolvidas nos cursos de engenharia, analisadas pelos conselhos de engenharia (CREAS), resultam em atribuições profissionais do engenheiro(poder).

### 2.2 Ensino médio e tecnológico

Tendo em vista a necessidade de definir currículos por competências para o ensino médio e profissionalizantes a equipe da Secretaria do Ensino Médio e Tecnológico – SEMTEC , do Ministério da Educação e Cultura - MEC apresentou um conjunto de conceitos sobre o ensino de competências, apresentado em BARBOSA(2003) e transcritos à seguir:

*Conceito 1: Entende-se por competências os esquemas mentais, ou seja, as ações e operações mentais de caráter cognitivo, sócio-afetivo ou psicomotor que mobilizadas e associadas a saberes teóricos ou experiências, geram habilidades, ou seja, um saber-fazer.*

*Conceito 2: As modalidades estruturais da inteligência, ações e operações que o sujeito utiliza para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que se deseja conhecer”.*

*Conceito 3 A capacidade de mobilizar, articular e colocar em ação, valores, conhecimentos e habilidades necessárias para o desempenho eficaz e eficiente de atitudes requeridas pela natureza do trabalho”.*

Em seguida o documento prossegue estabelecendo o conceito de habilidades:

*“As habilidades são o saber-fazer relacionado com a prática do trabalho, transcendendo à mera ação motora, ou seja, as habilidades são atributos relacionados não apenas ao saber-fazer, mas aos saberes (conhecimentos), ao saber-ser (atitudes) e ao saber-agir (práticas no trabalho)”. Segundo o documento, as habilidades decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano do saber fazer.*

O documento prossegue conceituando também o que seriam atitudes:

*“As atitudes são o saber-fazer, relacionado com valores, e, portanto, com o julgamento da pertinência da ação, com a qualidade do trabalho, a ética do comportamento, da convivência participativa e solidária e outros atributos humanos, como iniciativa e criatividade”.*

Aqui podemos entender que perceber que se estabelece uma distinção entre competências, situada numa esfera do pensar (operações mentais), mesmo não restringido que estas operações tenham caráter cognitivo, ou sócio-afetivo, ou psicomotor, e habilidades, situadas numa categoria ou esfera separada da ação (saber fazer). Acrescenta ainda como categoria as atitudes, que estaria numa esfera dos valores (saber fazer relacionado com valores).

Esta divisão entre competências e habilidades (e atitudes) será por nós adotada no artigo.

### 2.3 Competências na visão de Perrenoud

Phillipe Perrenoud, professor da Universidade de Genebra, desenvolve importante trabalho na área de educação geral sobre o estudo de competências. Segundo Perrenoud, citado em GENTILE(2003), *competência é a faculdade de mobilizar um conjunto de recursos cognitivos(saberes, capacidades, informações, etc) para solucionar com pertinência e eficácia uma séria e situações*. Ele cita como exemplos:

- *Saber orientar-se em uma cidade desconhecida mobiliza as capacidades de ler um mapa, localizar-se, pedir informações ou conselhos ; e os seguintes saberes : ter noção de escala, elementos da topografia ou referências geográficas.*

- *Saber curar uma criança doente mobiliza as capacidades de observar sinais fisiológicos, medir a temperatura, administrar um medicamento ; e os seguintes saberes : identificar patologias e sintomas, primeiros socorros, terapias, os riscos, os remédios, os serviços médicos e farmacêuticos.*

- *Saber votar de acordo com seus interesses mobiliza as capacidades de saber se informar, preencher a cédula ; e os seguintes saberes : instituições políticas, processo de eleição, candidatos, partidos, programas políticos, políticas democráticas etc.*

A preocupação de Perrenoud com a idéia de competências provém do desejo de melhorar o ensino nas escolas, preparando melhor os estudantes para as situações complexas que encontrarão na vida. Segundo Perrenoud, *“na escola assimila-se conhecimentos disciplinares, como matemática, história, ciências, geografia, etc., mas não se tem a preocupação de ligar esses recursos a certas situações da vida”*. A formulação dos objetivos escolares em termos de competências vem em direção contrária ao imobilismo da escola em ensinar por ensinar. Para se elaborar um conjunto de competências, declara, é preciso partir de um conjunto amplo e abrangente de práticas sociais.

É importante ressaltar o que Perrenoud chama **maquiagem das competências**, isto é, simplesmente apresentar os tradicionais conteúdos de disciplinas escritos com uso de verbos indicando ações. Segundo Perrenoud, *me certos países contentaram-se em reformular os programas tradicionais, colocando um verbo de ação na frente dos saberes disciplinares. Onde se lia "ensinar o teorema de Pitágoras", agora lê-se "servir-se do teorema de Pitágoras para resolver problemas de geometria". Isso é maquiagem. A descrição de competências deve partir da análise de situações, da ação, e disso derivar conhecimentos. Há uma tendência em ir rápido demais em todos os países que se lançam na elaboração de programas sem dedicar tempo em observar as práticas sociais, identificando situações nas quais as pessoas são e serão verdadeiramente confrontadas.*

### 2.4 Competências e diretrizes curriculares da engenharia

As diretrizes curriculares (resolução 11/20020) fazem menção às competências para formação do engenheiro em vários artigos à saber:

Artigo 4º: A formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional de conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências:

- I – Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- II – projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- III – conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- IV - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços da engenharia;
- V – identificar, formular e resolver problemas da engenharia;
- VI – desenvolver e/ou utilizar ferramentas e/ou novas técnicas;
- VI(a) – supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- VII – avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- VIII – comunicar-se eficientemente nas formas escrita e oral e gráfica;
- IX – atuar em equipes multidisciplinares;
- X – compreender e aplicar a ética e a responsabilidade profissional;
- XI – avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- XII – avaliar a viabilidade econômica em projetos da engenharia;
- XIII – assumir a postura de permanente busca de atualização profissional;

Apesar da numeração de I a XIII em algarismos romanos, constitui-se num grupo de 14 competências e habilidades gerais para o engenheiro, pois duas competências foram numeradas como VI, por engano. Sugerimos usar VI e VI(a) para diferenciá-las.

Artigo 5<sup>o</sup>: O curso deve ter um projeto pedagógico e nele devem se demonstrar claramente como o conjunto de atividades previstas garantirá o perfil do desejado do seu egresso e o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas” (o grifo é nosso);

Artigo 5<sup>o</sup> §4<sup>o</sup>: A resolução indica que devem existir um núcleo de conteúdos específicos que devem atender às competências propostas na resolução. Representam 55% dos conteúdos e definem a modalidade de engenharia.

As competências propostas na resolução são genéricas e amplas (por exemplo, projetar, aplicar conhecimentos, trabalhar em grupo. Estas competências aplicadas às engenharias e/ou disciplinas caracterizam *competências específicas*, na forma de um subconjunto derivado das competências gerais. Assim, se o profissional deve ser capaz de projetar, na modalidade engenharia civil teremos o projeto de pontes, na elétrica o projeto de redes de energia, na eletrônica, o de amplificadores de sinais.

Artigo 8<sup>o</sup>: Trata da necessidade de avaliação e acompanhamento constante das diretrizes curriculares. O parágrafo 1<sup>o</sup> deste artigo diz que a avaliação dos alunos deve basear-se nas competências e habilidades e conteúdos curriculares desenvolvidos

### **3. PLANEJANDO DISCIPLINAS NO MODELO DE COMPETÊNCIAS**

O planejamento da disciplinas pode ser feita seguindo o modelo da fichas de avaliação “*Assessment Sheets*” americano. Esta ficha contém uma seqüência adequada de campos, que quando preenchidos (planejamento) permitem estruturar a disciplina no modelo de competências. Depois de pronta indicam claramente a relação entre as competências e objetivos da disciplina. Estes dados podem ser usado numa matriz para avaliar perfil do curso.

#### **3.1 A ficha de avaliação**

A ficha de avaliação da disciplina apresenta 7 colunas a saber:

- 1) Objetivos finais ou resultados que os estudantes devem alcançar ao final do curso: são determinados pelas competências a serem alcançadas pelos estudantes com a ajuda da disciplina.
- 2) Indicadores de performance: constituem a formas observáveis ou indicadores de como os objetivos podem ser desenvolvidos;
- 3) Ações e estratégias: corresponde à metodologia a ser empregada pelo professor para o desenvolvimento dos objetivos;
- 4) Avaliação da disciplina e métrica: forma de avaliar os objetivos e critério de avaliação.
- 5) Processo de avaliação da disciplina: forma de avaliar o cumprimento dos objetivos da disciplina;
- 6) Processo de realimentação (feedback) da disciplina: forma de indicar para o curso os resultados da disciplina, visando realimentar o processo de ensino;
- 7) Competências da disciplina. São as competências gerais indicadas nas diretrizes curriculares, especializadas para as disciplinas.

### 3.2 Sequência de planejamento.

Podemos considerar duas etapas para esta ficha: planejamento ou confecção da ficha, e aplicação ou uso da ficha propriamente dito. Assim, para a fase de planejamento, sugere-se a adoção do seguinte ciclo lógico-pedagógico:

- 1) Competências;
- 2) Objetivos;
- 3) Indicadores;
- 4) Estratégia;
- 5) Avaliação;
- 6) Avaliação da disciplina;
- 7) Realimentação;

Sugerimos iniciar a fase de planejamento da disciplina pela determinação das competências (último campo da ficha). Começar pelo primeiro campo da ficha (objetivos) faria com que se perdesse a vantagem do planejamento (ver seção 2.3).

Para demonstrar a importância de começarmos o planejamento da disciplina pela competências, vamos recorrer ao escritor Paulo Coelho, em reportagem na COELHO(2005) ao descrever o esforço de um arqueiro para atirar um flecha no alvo:

*A mão direita começa a puxar lentamente a corda, enquanto a esquerda segura o arco com firmeza. O esforço é enorme – equivale a estar puxando na horizontal uma mala de 35 quilos, mas não posso tremer, preciso manter os dois olhos abertos, os pés devem estar firmemente apoiados no chão. Entro numa espécie de transe: sou ao mesmo tempo o arco, a flecha e alvo que se encontra diante de mim a 28 metros de distância.*

*E eis que sinto que chegou o momento, a mão se abre e parte em direção ao seu objetivo. A partir daí, tudo o que resta ao arqueiro é contemplar seu vôo, sabendo que deu o melhor de si, manteve o controle, teve a alegria durante todo o processo do tiro.*

Para que o arqueiro possa ter a capacidade atingir o alvo precisa treinar muito, desenvolver suas habilidades pessoais. Neste exemplo as competências estão definidas e pode-se então pensar nos objetivos para o treinamento, as estratégias, e tudo o mais.

Mas, e se a competência exigida fosse outra, por exemplo, como compor uma música, ou escrever um livro? Aí então os objetivos mudariam totalmente e o esforço do treinamento perderia o sentido.

### **3.3 Exemplo de um planejamento adotando a seqüência proposta**

Como discutido, as competências devem ser estabelecidas no início do processo. Devido ao caráter profissionalizante dos cursos de engenharia, quando se define uma modalidade para o curso define-se um subconjunto de competências associadas à modalidade do curso. Se o processo de planejamento curricular estiver sendo feito de modo a respeitar uma seqüência lógica de planejamento, o professor já dispõe de informações mais ou menos detalhadas de competências globais necessárias, e pode então particularizar para a sua área. Caso isto não ocorra, o professor deve procurar buscar estas informações olhando para fora da janela de sua disciplina, procurando ver o que os seus alunos serão capazes de fazer, seja nas disciplinas do curso relacionadas à sua, seja fora do curso. Este processo provavelmente não levará a mudanças muito abruptas, uma vez que os conteúdos da disciplina já estão ali colocados por uma avaliação de competências. Mas a avaliação pode conduzir a resultados surpreendentes.

Um professor planeja sua disciplina em termos tradicionais. Com ele procede em geral? Ele divide a lista de conteúdos em blocos e passa a ministrar o seu curso, sem receber informações mais precisas sobre os aspectos que terá que se dedicar mais. Geralmente o professor enfatiza aqueles aspectos que mais gosta mais ou tem mais experiência.

Já no enfoque de competências, ele procura determinar aquilo que é mais importante para seus alunos. Neste momento pode então decidir se usa mais ou menos tempo num assunto, ou atividade. Ele passa a estabelecer seus conteúdos e atividades, modular o resultado, agora com a visão dos fins ou competências a serem atingidas.

Para citar um exemplo: num curso no qual o perfil dos alunos seja mais aplicado, talvez se deva ensinar mais coisas práticas ao aluno.

A título de exemplo vamos considerar o planejamento da disciplina de Comunicações II II 2 do curso de engenharia industrial elétrica, ênfase eletrônica/telecomunicações do CEFET-PR.

Pela observação dos alunos no estágio obrigatório, projeto final de curso e hotel tecnológico, resolveu-se dar menos ênfase aos aspectos matemáticos, voltados para o desenvolvimento da capacidade de pesquisa, mais próximo do perfil de pesquisador e enfatizar mais os aspectos de conceitos visando atuar em projetos de engenharia mais próximos das indústrias.

### **3.4 Ficha de avaliação do curso**

Na tabela 2, ao final do artigo apresenta-se um exemplo da ficha para a disciplina Comunicações II do curso de Engenharia Industrial Elétrica do CEFET-PR, elaborada observando a seqüência de planejamento da seção 3.2 permite acompanhar e avaliar a disciplina, garantindo que as competências sejam alcançadas.

### **3.5 Comentários**

Preencher uma ficha para disciplina com enfoque em competências exige um maior grau de preparação por parte dos professores. A conveniência ou não em adotar este modelo

precisa ser bem avaliada, bem como a estratégia de preenchimento da ficha. Caso se decida por adotar este modelo, sugere-se oferecer um apoio ao professor na nova empreitada. Certamente espera-se encontrar resistência para que esta metodologia seja implantada. O ideal seria iniciar com projetos piloto, com alguns voluntários selecionados em algumas disciplinas para avaliar seus resultados antes de sua implantação no curso.

O preenchimento apressado deste ficha, apenas para atender exigências burocráticas pode resultar numa maquiagem de competências sem nenhum resultado prático par o curso.

#### **4. CONCLUSÃO**

Utilizando a ficha de avaliação apresentada é possível planejar e acompanhar uma disciplina tendo em vista as competências, conforme modelo apresentado. Entretanto um cuidado especial deve ser tomado para estabelecer as competências primeiro, sob pena de distorcer o processo.

Tabela 2: Ficha de Avaliação

**F7D45 OJETIVO : Conhecer os princípios e fundamentos dos sistemas de comunicação digital**

Objetivos finais	Indicadores de desempenho	Estratégias e ações da disciplina	Métodos e métricas de avaliação	Avaliação da disciplina	Processo de realimentação da disciplina	Competências Diretrizes Curriculares
Compreender em o funcionamento dos sistemas de comunicação digital	Os estudante poderão responder questões sobre o diagrama de blocos, responder questões e problemas e ser aprovado em provas sobre o assunto	Aula expositiva, listas de exercícios Testes de leitura	2 Provas 40 % Listas de exercícios e Testes 10%	Montagem de uma planilha com resultados de avaliação e anotações da disciplina	Envio da planilha de avaliação e preparação de relatório com avaliação crítica da disciplina a ser enviado ao chefe de grupo de disciplinas e coordenador do curso	I – aplicar conhecimentos matemáticos V - identificar, formular e resolver problemas
Habilidade para usar programas para simular sistemas de comunicação	Os estudantes irão simular o funcionamento de sistemas de comunicação	Elaborar programas de computador usando MATLAB	Observação do desenvolvimento e resultados em sala de aula e anotação em ficha 10%	Análise dos resultados e comparação com semestres anteriores	Avaliação da disciplina pelos alunos ao coordenador do curso	VI – usar novas ferramentas e técnicas
Habilidade de determinar o link budget de um sistema	Os estudantes irão calcular o link budget de um sistema de comunicação especificado	Aula expositiva Especificação de um projeto a ser resolvido em grupo usando planilha de calculo	Apresentação oral da planilha para o professor 10%	Análise dos resultados de avaliação dos alunos	Avaliação da disciplina pelos alunos ao coordenador do curso	II- Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados
Compreender a importância das aplicações da disciplina na sociedade	Os estudantes irão elaborar um artigo sobre o assunto	Realizar pesquisa na internet e outras fontes Realizar entrevistas	Avaliação do artigo pelo professor utilizando critérios especificados 10%	Revisão dos campos da planilha tendo em vista os resultados		XI - Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social
Identificar qual o melhor sistema em situações de limitações de banda e potência	Justificar a escolha de uma modulação para aplicações reais de comunicação digital	Estudo de casos , leitura de artigos envolvendo tecnologias atuais Problemas	Trabalho de pesquisa em internet ou revistas técnicas 10%			V- Identificar, formular e resolver problemas da engenharia



---

Projetar sistemas de comunicação simples	Projetar um sistema de comunicação usando circuitos comerciais	Especificação e orientação de um projeto de laboratório	Verificação do funcionamento e elaboração de relatório 10%	II Projetar IX Atuar em equipes multidisciplinares
--	--	---	---	---

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABET – Accreditation Board for Engineering and Technology, inc. Disponível em: <<http://www.abet.org>>. Acesso em: 5 março.2003.

BARBOSA, J.O. O ensino por competências II. Disponível em: <<http://www.seduc.mt.gov.br/publicacoes/word/profissional/barboza2.doc>>. Acesso em :26 jun. 2003

CEFET-PR Projeto político-pedagógico do Curso de Engenharia Industrial Elétrica, ênfase Eletrônica/Telecomunicações do CEFET-PR Disponível em: <<http://www.cefetpr.br/deptos/cursos/engenharia>>. Acesso em:28 de Agosto. 2003..

COELHO, P. O Momento em que a mão se abre. Revista Isto É. Editora Três, 23 de Janeiro de 2005, pagina 95.

COLUMBIA UNIVERSITY – Página oficial da University of Columbia. Disponível em: <<http://www.eas.asu.edu/~ec2000/pdf%20files/ece%20courses/ECE100.pdf>>. Acesso em julho de 2003.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução 11, de 11 de Março de 2002..** Publicada no DIÁRIO OFICIAL DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL – DOU UNIÃO, N° 67, Seção I, terça-feira, 9 de abril de 2002

DE PLÁCIDO E SILVA. **Vocabulário Jurídico**. 15ª edição. Rio de Janeiro, Editora Forense, 1998.

FERREIRA, A. B. **Novo dicionário da língua portuguesa**. Nova Fronteira. São Paulo, 1999.

GENTILE, P.;BENCINI, R. Construindo competências: entrevista com Phillippe Perrenoud. Disponível em : <[http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php\\_main/php\\_2000/2000\\_31.html](http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_2000/2000_31.html)>. Acesso em:26 jun. 2003.

ROCHA, L. ; MACHADO N., V. Comissão curricular permanente nos cursos de engenharia: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, XXXII, 2003. **Anais**. Brasília: Faculdade de Tecnologia, UNB, 2004.

## **METHOD FOR PLANNING AND ASSESSMENT OF ENGINEERING COURSES BASED ON COMPETENCIES**

**Abstract:** *This article presents a method for the planning and assessment of engineering courses based on competencies and abilities. The use of the ABET assessment sheets model is suggested. The necessary steps for planning the course are presented. An assessment sheet for engineering course is presented as an example for the proposed method.*

**Key-words:** *Assessment sheets, Curriculum Criteria, Competencies*