



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/UFPG-UFPE

EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA E AVALIAÇÃO: UMA ABORDAGEM ALTERNATIVA

Irlan von Linsingen – linsingen@emc.ufsc.br

NEPET (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica) – UFSC

88.040-900 – Florianópolis – SC – Brasil

Luiz Teixeira do Vale Pereira – teixeira@emc.ufsc.br

Resumo: *A avaliação é o ápice do processo de ensino-aprendizagem. Mas, se avaliar é preciso, é também imperativo saber o que deve ser avaliado e como isso deve ser feito. O processo de avaliação de conteúdos na área técnica costuma ser laboriosamente estruturado pelo professor comprometido com a formação, e tem a pretensão de obter um certo grau de certeza no julgamento da correspondência entre aspectos do conteúdo que ele considera relevantes e as suas reproduções pelo aluno. Nessa perspectiva, a avaliação está rigorosamente relacionada com a qualificação do aluno para o uso do conteúdo técnico na vida profissional. A avaliação é, desse modo, parte do processo educacional. Numa perspectiva educacional CTS, contudo, esse é um aspecto necessário mas não suficiente para uma adequada avaliação da capacitação de engenheiros e tecnólogos instados a atuarem em sociedades tecnológicas, para as quais o conceito de tecnologia extravasa os limites da "pura técnica" para transformar-se no de sistema sócio-tecnológico, no qual aspectos sociais, culturais e ambientais tornam-se igualmente importantes. O que e como avaliar nesse novo contexto? Neste artigo são discutidos alguns dos aspectos subjacentes do conhecimento técnico implícitos na formação (e no processo avaliativo), e suas implicações educacionais.*

Palavras-chave: *Avaliação, Currículo, CTS, Educação tecnológica*

1. UMA VISÃO GERAL DO TEMA

A avaliação parece ser a questão nevrálgica do processo de apropriação do conhecimento em qualquer área do saber universitário. No dizer de Boaventura de Sousa Santos (1999, p.215), "a universidade é uma sociedade compulsivamente virada para a avaliação, da avaliação do trabalho escolar dos estudantes à avaliação dos docentes e investigadores para efeitos de promoção na carreira".

Em se tratando de sociedade de classes, não há como eliminar completamente dos processos avaliativos a imissão classificatória (Demo, 1999), de modo que a avaliação cria, cedo ou tarde, hierarquias de excelência, em função das quais são definidas as condições de progressão do aluno no curso e também sua posição social no meio acadêmico, estigmatizando a ignorância de uns para melhor celebrar a excelência de outros (Perrenoud, 1999).

Para as ciências da educação não é novidade uma tendência de se transformar as práticas de

avaliação seletiva para as de avaliação formativa, no sentido de uma pedagogia diferenciada que busca mais a redução de obstáculos ao aprendizado, contra o fracasso e as desigualdades, mas que tem encontrado muitas dificuldades – materiais e institucionais – em decorrência de condições históricas preexistentes (tamanho das turmas, formas de ensino, sobrecarga e estrutura dos programas, visões dos professores, compartimentalização, concepção dos meios de ensino e didáticas, ideologias etc.), que não favorecem o tratamento diferenciado do ato de conhecer e nem de uma construção de sentidos do conhecimento técnico e de suas interações socioculturais e ambientais.

Freqüentemente o que se tem assistido é a um relaxamento de alguns aspectos do processo educacional, tidos como pouco importantes, pouco objetivos ou até desnecessários mas que denotam mais um desconhecimento dos papéis que desempenham no processo formativo. A realidade, porém, é mais complexa. A redução da exigência de participação efetiva nas seções de aula, justificada por um modelo de avaliação restrito a aspectos exclusivamente técnicos do conhecimento, constitui uma dessas falácias educativas. Quais as possíveis conseqüências de um tal ato escolar?

Os debates da avaliação relacionam-se também a uma crise de valores, da cultura, das relações da mundialização econômica, dos sentidos da escola em geral e da formação universitária em particular. Não há consenso quanto à avaliação, exatamente por não existir neutralidade valorativa em qualquer área disciplinar.

Pode-se associar a ampliação da crise de valores e de identidades com o processo de globalização, de tal modo que a avaliação acaba por refletir também as diferenças socioculturais das relações globais, enganosamente imaginadas como relações uniformes do pensar, sentir e agir das sociedades. Nesse contexto, imagina-se, problemas e soluções tecnológicos estariam inseridos num mesmo conjunto de relações uniformemente distribuídas entre as diversas culturas. Avaliar, num tal contexto, é buscar primeiramente uma uniformização de procedimentos sociais e formas de pensar para decidir posteriormente sobre sua validade ou, ao contrário, é buscar nas diversas manifestações que emergem das diferenças sociais e cognitivas de uma cultura da técnica o que é válido e relevante para uma sociedade?

Fica claro nessa reflexão que não nos referimos à avaliação como modo de apreciar o acerto ou erro de um único conjunto de questões técnicas tidas como universais, porque o que estamos sugerindo é que mesmo as temáticas abordadas nas disciplinas técnicas não podem ser consideradas neutras, nem na sua elaboração, nem em sua posterior utilização por parte de professores e dos futuros profissionais técnicos.

Tratamos, evidentemente, de avaliação no contexto de um aprendizado mais amplo e não apenas restrito ao que tradicionalmente se tem configurado como conhecimentos técnicos, neutros e universais, porque as necessidades e formas de ver o mundo são diferentes nas diferentes culturas e grupos sociais. Centramos, desse modo, essa reflexão do ensino de engenharia e da avaliação nos múltiplos envolvimento e significados da tecnologia e de sua apropriação social e cultural, e não na sua habitual expropriação do conhecimento técnico.

Há uma quantidade razoável de trabalhos sobre o tema de ensino de competências. No entanto, percebemos a carência de uma abordagem conceptual no que concerne aos seus envolvimento mais amplos com os sistemas tecnológico e social. Por conta disso, a avaliação no contexto do ensino de competências carece também de uma abordagem de suas imbricações socio-técnicas.

Evocamos aqui, como referencial, o enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), por entendermos que ele oferece todas as condições para uma abordagem com razoável poder explicativo dessas imbricações para os atores da área técnica.

2. UM ENTENDIMENTO DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA E DE AVALIAÇÃO

Uma das características da engenharia atual é justamente a crescente dificuldade de ser tratada por competências técnicas individuais, e o reconhecimento da dificuldade de que as pessoas possuam muitas competências técnicas. E mais, que possuir competências técnicas não confere automaticamente credibilidade e nem autoriza os seus portadores a responder pelas necessidades e interesses da sociedade.

É preciso mais que isso para que os conhecimentos técnicos possam transformar-se em atos concretos e seus detentores serem reconhecidos. Por conta disso, crescem as reivindicações por competências transversais, tais como a capacidade de negociação, o reconhecimento das diferenças, a capacidade de avaliar criticamente não só o que concerne ao conhecimento técnico, mas também suas condições de produção e usos. Como avaliar essas expressões de competências com as atuais estruturas dos cursos de engenharia e com os procedimentos pedagógicos tradicionais?

Há muitas manifestações de professores favoráveis a mudanças no sistema educativo das engenharias, em grande medida como resultado de pressões de diferentes atores sociais. Entretanto, há uma distância significativa entre o discurso modernizador, entremeado de novas tecnologias e pedagogias, e as condições de adesão às novas idéias (notadamente as preocupações e interesses da maioria dos professores e responsáveis escolares). Em geral, a adesão só acontece, quando acontece, com a condição de que elas sejam efetivadas sem comprometer nenhuma das funções tradicionais da avaliação, sem tocar na estrutura escolar, sem transtornar os hábitos, sem exigir novas qualificações dos professores, sem alterar substancialmente o desequilíbrio existente entre funções educacionais e produtivismo acadêmico, entre ensino, extensão e pesquisa. Ora, se as propostas educacionais transformadoras não forem revolucionárias, no sentido de provocarem transformações efetivas e não apenas superficiais, dificilmente poder-se-á efetivar um sistema de avaliação formativa (como forma de aprendizado com características educacionais abrangentes) para as novas relações de uma sociedade cada vez mais identificada com a tecnologia¹.

Sugerimos, com isso, a existência de uma crise do processo educacional em engenharia que está intimamente relacionada ao processo avaliativo, em alguns aspectos até paradoxais. Ou se continua mantendo uma prática secular fazendo um discurso de vanguarda, ou efetivamente combina-se esse discurso com uma prática transformadora, onde os processos de seleção por hierarquias de excelência tornem-se menos importantes que os de formação de competências com comprometimento social explícito.

Entendemos que o processo avaliativo está intrinsecamente ligado ao professor. Assim, qualquer possibilidade de transformação significativa desse processo deve implicar necessariamente uma transformação pessoal daquele. Trata-se, numa perspectiva bachelardiana, de favorecer uma catarse intelectual e afetiva desse profissional. O professor sempre vai ensinar o que entende que deve ser ensinado, e vai avaliar de acordo com suas convicções e limitações, de modo que uma adequada qualificação de engenheiros-professores torna-se imperativa para qualquer intenção de uma prática educacional transformadora.

A busca do conhecimento implica necessariamente a redução da inocência, ou seja, buscamos de forma incessante e intensiva um desencantamento não só da natureza e de sua transformação, mas das relações que mantemos como seres social e ambientalmente comprometidos. Só essa compreensão já é bastante para justificar mudanças profundas na forma e no conteúdo do que fazemos e nas relações que estabelecemos entre nossos objetos de trabalho, nossos ins-

¹ A tecnologia é tratada aqui com base nos enfoques sistêmicos de Pacey (1990) e Hughes (1983), que consideram os sistemas tecnológicos como sistemas complexos nos quais os aspectos culturais, sociais e organizativos são tão importantes quanto os próprios artefatos.

trumentos e suas interações sociais. Isso implica que não podemos mais deixar de perceber nossas profissões, a nós mesmos e o mundo criticamente. A avaliação deve levar em conta também esse aspecto.

Em suma, entendemos que a educação tecnológica está comprometida, em todas as suas fases e aspectos, com a formação de atores sociais tecnológicos criativos e críticos, e que a avaliação deve considerar esses aspectos mais amplos da formação.

Já expressamos em outras publicações (Bazzo, Pereira, von Linsingen, 2000) nosso entendimento de *avaliação*, que diferenciamos de *prova* ou *teste*. Resumidamente, *prova* (ou *teste*) está diretamente relacionada à *verificação* ou *autenticidade* de alguma coisa, enquanto *avaliação* é sinônimo de *apreciação*, *análise*. Estas palavras possuem, portanto, sentidos profundamente distintos. Dedicamos aqui nossa atenção e esforço para a avaliação, por entendermos que conceitualmente ela está mais comprometida com um processo educacional que visa a uma formação mais sintonizada com os interesses de diferentes atores sociais.

Entendemos que o que normalmente é utilizado como critério de avaliação de conteúdo no ensino de engenharia está quase que exclusivamente centrado em provas (ou testes) e, nesse sentido, cabe discutir sua validade e eficácia como modo de apreciação de estruturação lógica de conhecimento e de atitude criativa e crítica (realçamos que há ainda que considerar outras capacidades associadas ao conhecimento técnico e que estão expressos nas diretrizes curriculares, não por acaso). Outras formas de aprendizado – trabalhos práticos, atividades laboratoriais e de campo, relatórios, seminários etc. – são muito pouco valorizadas no processo avaliativo, o que pode ser atestado pelo peso que normalmente lhes é atribuído na composição das notas finais, ápice do processo de ensino de tipo classificatório.

Apesar das evidências das limitações do sistema educacional, o esforço que se faz é quase sempre no sentido de tornar cada vez mais técnico o critério de avaliação de desempenho, procurando cada vez mais torná-lo *isento*, um termo usualmente associado a um modo uniforme de proceder. Tal isenção não parece ser outra coisa que uma tentativa de nos tornarmos neutros, com a esperança de nos livrarmos de incertezas e inseguranças, usualmente temidas por técnicos.

Se por um lado a neutralidade (isenção), por supostamente eliminar as idiosincrasias, transforma o proceder cultural em atitude técnica, burocrática, porque técnico é tido como sinônimo de neutro, por outro, esconde um conjunto de questões profundamente relevantes, historicamente determinadas, que, pela capa da neutralidade de que são revestidas, têm sido tratadas de forma acrílica e não contextualizada.

3. CONHECIMENTO TECNOLÓGICO E SOCIEDADE: ENTRE DUAS LÓGICAS?

O papel do ensino tecnológico e da avaliação do aprendizado não está em uma encruzilhada de apropriação do reconhecimento social da atividade tecnológica para melhor aproveitar a aquisição de conhecimento técnico, como se continua insistindo que deva ser. Há razões históricas para que se tenha procedido dessa forma que não são mais cabíveis nas novas relações sócio-sistêmicas da tecnologia e para as novas compreensões do mundo do trabalho, e nem para as relações entre a sociedade e a tecnologia.

O que antes se admitia como necessário para um proceder condizente com a profissão, ou seja, sólido conhecimento técnico especializado para uma vida profissional perene, vem sendo gradualmente substituído por capacidade de adaptação rápida a novos conhecimentos para uma vida profissional possível.

Mesmo as especializações estão a exigir renovações em espaços de tempo cada vez menores, justificando o ensino continuado. Isso só já é suficiente para desorganizar as velhas formas de avaliações centradas em compartimentados conhecimentos técnicos, porque tais conhecimentos só fazem sentido no contexto de aplicações cada vez mais complexas e mutantes.

Outro aspecto dessa questão formativa, com repercussões importantes sobre os momentos de avaliação, é o das interações entre os conhecimentos técnico-científicos e o que deles resulta em termos de ações concretas em termos sócio-ambientais. Há muitos trabalhos no campo da análise sociotécnica que apontam para essa problemática, notadamente aqueles que se ocupam de analisar as redes constitutivas dos artefatos e sistemas tecnológicos, explicitando o que normalmente se procura expropriar do ensino da engenharia, ou seja, os elementos de uma rede de interações complexas que concorrem para que os produtos da atividade tecnológica sejam o que são, da forma que são, incluindo aí suas características sociopolíticas.

A intervenção tecnológica atingiu, na última década, um nível tal, que parece já não ser mais possível prever com clareza as conseqüências das ações humanas sobre o mundo, o que provoca incertezas e angústias que não faziam parte da natureza mesma da atividade tecnológica que a possibilita. Desse modo, torna-se mais difícil justificar a ausência de fatores não-técnicos ao conjunto de critérios que compõem a construção da coisa técnica (dos artefatos).

Tal qual as histórias de Frankenstein e de Golem², é cada vez mais perceptível, no âmago da tecnologia, a presença incômoda e materializável do bem e do mal, que não se limita apenas aos usos dos produtos da tecnologia, mas à sua própria constituição. Tecnologias são elaboradas para o atendimento de determinados interesses e de acordo com determinadas ideologias, o que faz emergir com vigor renovado a questão ética em todas as áreas envolvidas com a tecnologia e, em particular, na educação tecnológica.

Apenas para citar um exemplo entre tantas possibilidades, menos evidente mas não menos problemático é o da ruptura biológica que a humanidade já tem condições de fazer, através da biotecnologia, da engenharia genética e da bioengenharia. Não é difícil imaginar a existência de uma espécie de seres privilegiados vivendo muito, sem doenças e com capacidade cognitiva ampliada, convivendo com seres humanos excluídos desses “benefícios”³.

Por outro lado, os inegáveis benefícios possibilitados pela tecnologia devem ser exaltados exatamente porque podem promover bem-estar social.

A impossibilidade de se deixar de considerar os efeitos nocivos da tecnologia, principalmente a partir do final do século 20, há cerca de dez anos, coloca claramente em xeque a antiga visão de benefício social intrínseco da tecnologia, que já vinha sendo denunciada desde os anos 1960. Não há como evitar o debate dessa questão na formação de engenheiros e tecnólogos, tais os efeitos da intervenção tecnológica nesse início do século 21, que tem desestabilizado, a par da redução do poder de controle dos Estados-nação, as sociedades ocidentais. A relativa tranquilidade e segurança anunciadas pelos defensores do benefício incondicional da tecnologia desmancharam-se no ar, literalmente. Em seu lugar aparecem as dúvidas e as incertezas quanto ao futuro da humanidade, reforçando as visões apocalípticas baseadas em tecnologia tantas vezes reproduzidas pelo cinema.

Para Ulrich Beck, estamos nos encaminhando para uma nova modernidade, na qual o eixo que estrutura nossa sociedade industrial já não é a clássica distribuição de bens, mas sim a distribuição de males. “A sociedade de risco – afirma – começa onde termina a tradição, quando em todas as esferas da vida já não podemos dar por supostas as certezas tradicionais. Quanto menos podemos confiar nas seguranças tradicionais, mais riscos devemos negociar” (Beck, 1998, p. 10).

Corroborando de certo modo a idéia de risco, o economista e ativista norte-americano Jeremy Rifkin não se cansa de denunciar os riscos do casamento entre interesses parcelares e tec-

² Criatura de barro construída pelo rabino Loew e seus assistentes em Praga, no século XVI, que adquire vida por uma fórmula secreta colocada sob sua língua. Esse ser torpe, mas obediente e submisso, põe sua extraordinária força a serviço de seus criadores. Mas a vida de Golem deveria ser controlada pela retirada da fórmula aos sábados, dia sagrado. Por um esquecimento dos assistentes, a fórmula não é retirada e a criatura enlouquece e destrói tudo o que encontra pela frente, até que o rabino consegue retirar a fórmula de sua boca, tornando-a inanimada.

³ Entrevista de Cristovam Buarque ao InformAndes, 2000.

nologia, quando se refere à engenharia genética e à biotecnologia. Trata-se, evidentemente, de um relacionamento em que o desenvolvimento tecnológico pode estar sendo orientado para fins em que o benefício seria não a razão, mas uma consequência dos desenvolvimentos, o que sugere o deslocamento ou a descentração da idéia de benefício, senão sua eliminação das relações econômicas e cognitivas da tecnologia.

4. FORMAÇÃO SOCIAL DE ENGENHEIROS

A engenharia é, para um país como o Brasil, uma atividade que possibilita alcançar um status social destacado. É de se esperar que pessoas busquem essa profissão como modo de ascender socialmente, e financeiramente. Outrossim, existem certas características adquiridas, como o desejo de ordem, a orientação para o pensamento quantitativo, o fascínio pela construção e manipulação de objetos, que provavelmente devem auxiliar a escolha dessas pessoas pela profissão técnica (Winner, 2000). Nesse sentido, muitas são as razões socioculturais que levam as pessoas a se interessarem por essa profissão e pela técnica.

A formação adquirida e os postos de trabalho que assumem colocam os engenheiros em posição privilegiada no que se refere à compreensão e interferência no processo de construção mundial. Nitidamente, através das diferentes especialidades, estariam em condições de perceber antecipadamente as perspectivas de mudança, realizar prospecções e participar ativamente, como classe, dos processos de escolha de rumos tecnológicos sintonizados com as opções que poderiam produzir um mundo socialmente mais tolerável. Entretanto, o tipo de formação parcelar e as condições de trabalho a que são submetidos limitam sua capacidade de ver, através das suas capacitações, suas implicações mais amplas.

O ensino de engenharia dedica-se corretamente a formar indivíduos com elevada capacidade técnica, simultaneamente fomentando e intensificando a fixação das tendências culturais ao pensamento quantitativo e linear, fragmentário e tecnicizado daqueles que buscam essa profissão. Não cuida de modo explícito daqueles aspectos em que os alunos costumam ser mais deficientes, ou seja, da compreensão das interações da técnica e da tecnologia com a sociedade, da capacidade de ver de forma crítica sua profissão e o seu objeto de trabalho, e a da capacidade de comunicação e expressão, que poderiam torná-los mais aptos a ter voz e papel relevantes na esfera pública. Os estudantes costumam sair das escolas de engenharia, mesmo daquelas que pelos critérios atualmente estabelecidos são consideradas melhores, preparados para aceitar desafios “técnicos”, mas sem preparo adequado para pensar por eles mesmos como cidadãos em uma sociedade democrática, e nem em ações coletivas baseadas em sinais de relevância socialmente estabelecidos para a coisa técnica.

A avaliação tradicional realça e confirma essa tendência, ao testar apenas a capacidade de reprodução de conhecimentos de caráter exclusivamente técnico, como se tais conhecimentos não fossem produzidos em condições específicas, ou seja, sem considerar as suas condições sociais de produção e seus usos. Reforça-se, desse modo, a idéia equivocada de que tais conhecimentos são neutros por origem.

Para Winner, “não se costuma fomentar a perspectiva de uma sociedade na qual os que têm conhecimentos técnicos examinem as possibilidades de construção do mundo em seus próprios campos de especialidade com pessoas alheias a suas organizações ou áreas” (Winner, 2000, p. 182), ou seja, que sejam capacitados a assumir atitude interdisciplinar própria a qualquer atividade que provoca interferências sociais, ou, mais amplamente, a experiência da democracia.

Não se trata da mera localização e visão do poder que o conhecimento técnico pode conferir a seus detentores. Uma formação estruturada em bases sociotécnicas pode estar associada à transmissão de poder social (Fourez, 1995) também para os especialistas técnicos, o que constitui uma opção sociopolítica que pressupõe assentar-se numa base ética.

Em se tratando das imbricações sociais da ciência e da tecnologia no ensino e mesmo na

pesquisa acadêmica, professores de engenharia tendem a orientar-se mais por um senso comum científico-tecnológico, dependente por excelência, sem considerarem formalmente um dos princípios que orientam toda a atividade acadêmica relevante, que é a análise crítica do processo de construção do próprio conhecimento, notadamente no que se refere a suas implicações mais amplas.

Como em toda profissão reconhecida, espera-se que os indivíduos que a exercem possuam um comportamento determinado, estabelecido por regras de conduta e postura apropriadas para a profissão. Uma vez que os cursos de engenharia não costumam oferecer disciplinas orientadas para uma formação socialmente referenciada do engenheiro, é lícito admitir que o comportamento “desejado” seja desenvolvido a partir das relações que se estabelecem entre professores e alunos, entre colegas, por posturas institucionais e através dos meios de difusão social de informação.

Dada a diversidade sociocultural dos iniciantes, muitas “arestas” deverão ser aparadas ao longo da formação, constituindo-se o processo de formação social do engenheiro uma iniciação realizada de forma coercitiva e acrítica, tendendo à reprodução e importação assistemática e fragmentada de determinadas formas de ver as interações entre o engenheiro e a sociedade por todos os atores envolvidos no processo de formação.

Da mesma forma, e pelas mesmas razões, o processo coercitivo se faz presente através dos discursos (verbais e não-verbais) da ciência e da tecnologia, confirmadores das visões pessoais de ciência, de técnica e de tecnologia, que emergem na estruturação pedagógica e no tratamento didático, pertencentes à “cultura” do engenheiro e do tecnólogo. Tais concepções favorecem o tratamento asséptico e fragmentário da técnica, igualmente inibindo a emergência de aspectos importantes de sua natureza constitutiva. Assim, tecnologia e sociedade apresentam-se como culturas distintas que aparentemente não possuem ligação maior do que aquela que se estabelece através dos artefatos tecnológicos, a primeira produzindo e reproduzindo e a segunda consumindo.

Atualmente, dada a evidente intensificação dos processos de transformação tecnológica, e a centralidade da tecnologia nas relações sociais, reforçou-se a idéia de que é necessário para o desempenho adequado da função de engenheiro combinar um sólido conhecimento técnico-científico com a vontade perene de resolver problemas práticos com eficiência e criatividade (Winner, 2000). Sem dúvida, esses critérios não são suficientes para caracterizar a função do engenheiro, mas parecem delimitá-la com bastante precisão, já que na falta de algum deles ter-se-ia um engenheiro com deficiências importantes para o atendimento das “exigências” profissionais. Defende-se também que os engenheiros devem possuir outros atributos – inclusive de caráter humanístico – que ampliem a sua capacidade de ação profissional para atendimento de demandas bem direcionadas.

A conjugação desses quatro critérios (conhecimento sólido, vontade perene, eficiência e criatividade) permite formar um engenheiro aceitável para uma determinada visão de inserção social desse profissional. Falta, contudo, associar formalmente a esses critérios uma dimensão essencial existente, mas deslocada: a dimensão sociocultural e essencialmente humana da tecnologia. Como pode um engenheiro sem essas características participar plenamente – com consciência – do processo de desenvolvimento de uma sociedade?

Essa pergunta remete imediatamente a outra, não tão elementar quanto possa parecer aos iniciados na profissão de ensinar as técnicas: a que tipo de desenvolvimento concerne a atividade da engenharia?

5. INOVAÇÃO E CRIATIVIDADE

Muito da criatividade celebrada hoje como um valor na tecnologia, perde-se no cerceamento compulsório dos procedimentos avaliativos tradicionais no ensino tecnológico, incluindo-se aqui

a avaliação comportamental implícita nas relações entre professores e alunos.

Uma das pressões atualmente exercidas sobre o processo de formação dos profissionais de engenharia assenta-se na idéia de que o conhecimento da engenharia estaria linearmente relacionado à inovação, e esse seria um motor do tipo de desenvolvimento tecnológico que seria vivenciado durante o século 21.

Predomina hoje o ponto de vista de que o futuro emana de uma corrente de inovações tecnológicas que nascem dos laboratórios e das campanhas de *marketing* das empresas, cabendo à sociedade adaptar-se a essa avalanche de sistemas e aparatos (Winner, 2000). Inovação e criatividade seriam, desse modo, duas características fundamentais para esse novo tipo de engenheiro. Mas de que servem essas duas características se desacompanhadas da capacidade de analisar criticamente o que se faz? Para produzir transformações efetivas, e fugir à *lógica do matadouro*⁴, a crítica deveria ser capaz de fazer emergir os pressupostos nos quais baseamos nossos julgamentos e atitudes, e possibilitar expor suas contradições relativas às condições sociais imbricadas com a produção criativa e inovadora. Contradições que permitam questionar o tipo de mundo que estamos construindo, e que possibilitem assentar os processos de criação e inovação tecnológica sobre bases éticas. Tem-se aqui um campo fecundo de temas para avaliação formativa.

A definição clássica dá conta de que a inovação constitui, em princípio, a criação ou adaptação de novos conhecimentos e sua aplicação a um processo produtivo, com repercussão e aceitação no mercado. Entretanto, esta definição não responde onde esses conhecimentos vão ser criados ou demandados ao longo do processo inovador (Cerezo e Valenti, 1999).

Um pressuposto histórico estabeleceu que uma base científica forte seria suficiente para estimular o processo inovador, e que era suficiente formar e preparar pesquisadores científicos para conseguir a injeção de conhecimento de interesse no âmbito econômico.

Atualmente, de acordo com esses autores, admite-se a imprecisão desse argumento, uma vez que muitas inovações surgem nas empresas, em centros tecnológicos, a partir de atores diferenciados e não especializados, como fruto de demandas dos consumidores e interesses dos próprios trabalhadores.

Essa constatação aponta para uma nova compreensão de criatividade, como fruto de transformações históricas, passando de uma criatividade individual e espontânea que foi característica do período da primeira revolução industrial (embora transferida por canais sociais), já sofrendo um processo de aglutinação durante a segunda revolução industrial, para uma criatividade de tipo coletivo a partir da segunda guerra mundial, que esses autores denominam de “criatividade organizada”.

“Um dos aspectos marcantes da criatividade organizada é o caráter agregador das capacidades e esforços individuais em prol de uma maior implementação dos seus resultados, uma vez que os problemas que se propõem atualmente estão crescendo em complexidade. Assistimos, por conseguinte, à passagem de um processo inventivo a um processo inovador, quer dizer, à passagem da invenção como expressão individual da criatividade para a inovação como processo coletivo de criatividade” (*idem*).

A criatividade e a versatilidade na formação de especialistas é ademais necessária na sociedade contemporânea, pois esta requer cada vez mais “especialistas temporais”, dado o vertiginoso ritmo da mudança tecnológica atual e os breves períodos de tempo nos quais hoje parecem

⁴ Segundo Edgar Morin, “o desenvolvimento da técnica não provoca somente processos de emancipação, mas também novos processos de manipulação do homem pelo homem ou dos indivíduos humanos pelas entidades sociais. Digo ‘novos’ porque se tinham inventado desde a pré-história, processos muito requintados de sujeição ou subjugação, sobretudo com relação aos animais domesticados. A sujeição significa que o sujeito submetido sempre julga que trabalha para seus próprios fins, desconhecendo que, na realidade, trabalha para o fim daquele que o sujeita. Assim, o carneiro-chefe do rebanho, julga que continua a comandar seu rebanho, quando, na realidade, obedece ao pastor e, finalmente, à *lógica do matadouro*” (Morin, 1999, p. 109).

caducar muitos conteúdos de conhecimento.

A super-especialização dos estudantes poderia ser encarada neste sentido como geradora de problemas sociais, através do chamado “efeito túnel”, que tende a cegar os profissionais para qualquer consideração que ultrapasse o âmbito de suas competências técnicas. Parafraseando John Ziman, Cerezo e Valenti consideram que “muito possivelmente os engenheiros, do mesmo modo que os cientistas, estariam mais bem formados para a sua vida profissional se soubessem um pouco menos *de* ciência e algo mais *sobre* ciência. Como também estariam mais bem formados se tivessem algo menos de especialização temática e um pouco mais de versatilidade criativa. Os conteúdos terão que continuar sendo adquiridos e atualizados durante a vida profissional; as atitudes são muito mais difíceis de adquirir ou modificar” (*idem*).

6. DIRETRIZES CURRICULARES E A AVALIAÇÃO

Apesar de existirem regras bem definidas no regimento das instituições de ensino superior, da necessidade de frequência de pelo menos 75% das aulas, tem-se difundido a prática de não cobrar a presença de alunos na sala de aula, alegando-se que é condição suficiente para aprovação se o aluno perfizer os requisitos necessários de conhecimento demonstrando proficiência técnica por meio de avaliações levadas a cabo durante o curso. O que significa isto?

Do ponto de vista estritamente técnico, parece não haver qualquer problema com esse procedimento. Ele até poderia apresentar algumas vantagens. Além disso, se o que interessa é o conhecimento técnico, então basta ao aluno demonstrar que sabe reproduzir o conhecimento que lhe é “ensinado”. Por essa perspectiva o ensino a distância pode ser bastante promissor, e as caras e pesadas estruturas de ensino presencial tornam-se ineficientes e obsoletas para a formação profissional.

As diretrizes curriculares recomendam que ênfase deve ser dada à necessidade de se reduzir o tempo em sala de aula, favorecendo o trabalho individual e em grupo dos estudantes (artigo 3º – Estrutura do curso)⁵. É preciso compreender isso no contexto da formação do engenheiro, para evitar que práticas já estabelecidas possam ser revigoradas com capa de legitimidade institucional, uma vez que anunciadas num documento oficial a ser seguido.

Seguindo as recomendações, há que se favorecer o trabalho individual e em grupo dos estudantes. Essa recomendação, assumida no conjunto do entendimento das diretrizes, tem muito a dizer. Pressupõe, por um lado, que será necessário estruturar formas de avaliação do trabalho individual além daquelas já praticadas no modelo de curso centrado em salas de aula, ou em substituição a elas, para que a avaliação possa possuir legitimidade e de fato possibilitar um processo avaliativo efetivamente voltado para a formação integral do aluno.

Por outro lado, as diretrizes também reforçam a necessidade de se ampliar o trabalho em grupo. Novamente aqui, há que se pensar em formas de avaliação da atividade em grupo que possam ser representativas de uma formação com elementos de cooperação, participação etc.

Estamos falando, claramente, em introduzir na avaliação do conhecimento técnico o que não é técnico, ou que pertence ao técnico mas não é usualmente remetido a ele. O que avaliar é a questão que propomos enfrentar. Falamos de contexto, falamos de redefinição da técnica como instrumento socialmente referenciado e comprometido.

Há indícios dessa imbricação nas diversas manifestações que demandam atitudes dos engenheiros, que estão além da técnica, o que para o escopo dessa nossa forma de ver, não está além de, mas dentro dela, como um de seus elementos constituintes, sua razão de ser.

7. O QUE AVALIAR?

⁵ Parecer CNE/CES 1362/2001 < http://www.nepet.ufsc.br/Diretrizes/Dir_Curr.doc >

Ao considerar as imbricações sociotécnicas do conhecimento tecnológico, não perdemos de vista a avaliação do conhecimento técnico-científico, posto que ele é o objeto básico a que remete a qualificação em engenharia.

Entretanto, todo o construto reflexivo aqui desenvolvido, os referenciais teóricos e as constatações das demandas apresentadas pelos diferentes atores sociais estão centrados nas relações da engenharia com a sociedade, nas crescentes dificuldades de justificação moral de muitas produções da engenharia, de um desencantamento crescente dos papéis outorgados aos engenheiros pela sociedade, das necessidades de ação negociada para as interferências produzidas pela atividade da engenharia e os produtos dessa mesma atividade. Enfim, pelo não-técnico presente na atividade da engenharia, que se configura atualmente tão importante quanto o é o conhecimento técnico-científico, ou, se preferimos, indissociável daquele.

Quando se pensa seriamente em avaliação, nos moldes tradicionais ou de caráter inovador, está sempre presente um certo desconforto que denuncia a carência dos métodos empregados, dos critérios considerados, das injustiças cometidas, da falta de sincronia com a sociedade.

O que avaliar nesse novo contexto? Se aceitarmos como elementos constituintes da formação do engenheiro os pressupostos de promoção de atitudes criativa, crítica e ilustrada, associadas às demandas expressas por atores relevantes da área tecnológica, entre outros, e que a avaliação é inerente ao processo mesmo da aprendizagem, então, muito mais do que julgar erros e acertos de provas, a avaliação deverá constituir um ato de reflexão conjunta de todos os procedimentos empregados para a construção do conhecimento, tanto de alunos quanto de professores.

Se o ensino de competências é tido hoje como uma saída para a formação de engenheiros e tecnólogos, mais sintonizada com os interesses expressos pelos atores da área tecnológica, a avaliação de competências transforma-se numa tarefa com características desafiadoras para os professores e sistemas educacionais, porque deverá considerar os diferentes aspectos aqui abordados. Ademais, porque entendemos a avaliação como parte do processo de formação, e não como um fim a ser alcançado, faz parte desse processo a participação ativa do aluno, no espaço da sala de aula – ainda que a tendência seja contrária –, na atividade laboratorial quando couber, nas trocas de idéias mediadas por tecnologias de informação e comunicação, nas discussões dos erros e acertos e valorativas, enfim, de todas as relações que intermedeiam a construção do objeto de conhecimento pelo aluno, e a sua vivência no espaço de relações da instituição escolar. É justamente neste sentido que entendemos a necessidade e oportunidade da crítica permanente ao processo de avaliação.

O processo educacional e sua avaliação devem ter como questão básica, o fato de que o mundo real do desenvolvimento científico-tecnológico e a intervenção ambiental é um mundo altamente complexo, e essa complexidade, que se traduz em incerteza na caixa-preta da ciência-tecnologia, não pode ser ocultada dos estudantes. A complexidade é algo que, em qualquer caso, deve dissolver-se através da discussão conceitual e empírica, assim como através da tomada de decisões valorativas, sem ser considerada um ponto de chegada curricular através da acumulação unidirecional de informação aproblemática (García *et alii*, 1996). Ao contrário da prática usual, acreditamos que a problematização e o confronto de idéias são elementos motivadores para o processo de construção de conhecimento científico-tecnológico.

Os espaços acadêmicos são entendidos, nesse contexto, como espaços de interações significantes, de modo que ali são tratados, além dos assuntos técnicos disciplinares formais, aspectos subjacentes e enriquecedores das relações internas da técnica (inter-relações disciplinares) não presentes na bibliografia técnica usual, e dessa com a ciência, a tecnologia e a sociedade, considerando aspectos tais como relevância, cooperatividade, espírito de equipe, criticidade, responsabilidade, visão ética..., apregoadas pelas diretrizes curriculares e pelos diversos entendimentos públicos do perfil desejável para engenheiros. Trata-se, tecnicamente, de uma abordagem transversal de aspectos subjacentes do conhecimento técnico visando a uma formação mais abrangente que entendemos como intrínsecas à educação tecnológica e elementos constitutivos

da avaliação formativa.

Todas as considerações anteriores nos levam a pensar uma avaliação que tenha como alvos a criatividade, a capacidade reflexiva, a capacidade crítica em termos amplos, o compromisso social com a atividade, a cooperatividade, o espírito de equipe, a ampliação do conhecimento das técnicas, uma compreensão dos aspectos socioculturais da ciência e da tecnologia, uma consciência e visão de engenharia como atividade socialmente comprometida e referenciada.

Certamente não há como avaliar tais características pelos métodos tradicionais de avaliação e nem pelos procedimentos de ensino tradicionais. Esse tipo de avaliação deve ser realizada ao longo do curso, e uma possibilidade de concretização poderia ser a da abordagem transversal de temas como aqui apresentados, no contexto de uma formação tecnológica estruturada sob eixos temáticos, através de projetos integradores.

8. A TÍTULO DE CONCLUSÃO: PARA ABRIR CAMINHOS

Se a educação tecnológica visa à emancipação humana, deve necessariamente estar comprometida com o desenvolvimento de capacidades crítica e criativa. E a avaliação deve refletir isso. Daí o cerceamento da liberdade de expressão não ser adequado para o processo de avaliação do conhecimento, seja por parte do professor, do aluno, ou da instituição. Contudo, isso não prescinde da necessidade de se manter uma atitude consciente e coerente no trato da educação tecnológica. Isto, no nosso ver, só se torna realmente eficaz se tratado de forma contínua, através de discussões permanentes entre os corpos docente e discente, que se consubstanciam nas tão necessárias e muito pouco concretizadas reuniões pedagógicas.

Entendemos ser pertinente e salutar que a avaliação se dê coletivamente, por todos os envolvidos no processo de ensino-aprendizagem, o que demanda uma adequada formação de professores para atuar num tal cenário.

A avaliação no âmbito de uma continuidade reprodutiva, histórica e hegemônica, costuma resumir-se a um processo no qual o conhecimento do aluno vai ser testado, objetivando a reprodução fidedigna do conteúdo disciplinar que foi ensinado. Para atestar a veracidade da reprodução são empregados métodos bastante complexos, mais ou menos criativos, com considerações das mais diversas ordens (provas do tipo direto com resposta única, prova tipo “pegadinha”, onde se espera que a memorização de um detalhe possa desencadear a recordação de todo o conteúdo provando que se sabe o assunto, provas discursivas, onde o que vale é mostrar o quanto se conseguiu memorizar).

Sobre a natureza desse processo logo emergem questões do tipo: tais objetivos reprodutivistas podem ser alcançados com modelos de avaliação desta natureza? Além disso, para o que estes tipos de avaliação podem efetivamente contribuir?

Temos percebido que, quando a avaliação não é fundamentalmente uma questão de destreza memorística, presente em todos os processos de testagem tradicionais, muitos alunos sentem-se desorientados apresentando dificuldades que se podem identificar com inabilidade criativa, inabilidade para inovar e incapacidade de apreciação crítica.

Sugerimos que também os professores apresentam muitas dificuldades de transitar pelo aparentemente insondável campo das mudanças significativas, das incertezas valorativas, das transformações das formas de compreender o conhecimento técnico tão arduamente adquirido pelos mesmos processos, sem uma adequada formação para tal.

Ao se estruturar um sistema de avaliação comprometido com a formação integral do engenheiro deve-se considerar que, mesmo no que concerne à avaliação individual (as provas tradicionais) – se há que existir –, ela própria deve ser submetida à análise crítica, uma vez que tende a ser confundida com o método tradicional de testagem (ou verificação) de conhecimento, isto é, faz-se uma prova, corrige-se do modo tradicional (por verificação de correspondência) e agrega-se isto a um critério mais amplo de avaliação. Queremos afirmar, ao contrário, que a ati-

tude de analisar o conteúdo de uma prova deve, nesse caso, ser substancialmente diferente. Primeiro porque não se estará apenas verificando se o aluno chegou a um resultado tecnicamente preciso, mas de que modo estruturou sua abordagem. Segundo, porque os modelos de conhecimento do aluno podem ser diferentes dos do professor, e isso é fator diferenciador do modo de estruturar o raciocínio e de construção de sentidos.

Se há de haver um pacto, uma atitude de cumplicidade entre professores e alunos no que concerne ao processo ensino-aprendizagem – da apresentação do conhecimento à sua avaliação – que este se dê então por um modelo que privilegie a síntese criativa e a capacidade crítica, valores que se estabelecem como características necessárias nas novas relações do mundo tecnológico, e que caracterizam um ensino transformador.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V.; von LINSINGEN, I. **Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia**. Florianópolis: EdUFSC, 2000.
- BECK, U. **La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad**. Barcelona: Paidós, 1998.
- CEREZO, J. A. L.; VALENTI, P. **Educación Tecnológica en el siglo XXI**. <<http://www.oei.org.co/ctsi/edutec.htm>>. In: *Polivalencia* n.8, Revista de la Fundación Politécnica/Universidad Politécnica de Valencia, 1999.
- DEMO, P. **Mitologias da avaliação: de como ignorar, em vez de enfrentar problemas**. Campinas: Autores Associados, 1999.
- FOUREZ, G. **A construção das ciências. Introdução à filosofia e à ética das ciências**. São Paulo: UNESP, 1995.
- GARCIA, M. I. G.; CEREZO, J. A. L.; LÓPEZ, J. L. L. **Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madrid: Tecnos, 1996.
- HUGHES, T. P. **Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930**. Baltimore: John Hopkins Press, 1983.
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2000.
- PACEY, A. **La cultura de la tecnología**. México: Fondo de Cultura Económica, 1990.
- PERRENOUD, P. **Avaliação. Da Excelência à Regulação das Aprendizagens: entre duas lógicas**. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- SANTOS, B. S. **Pela mão de Alice. O social e o político na pós-modernidade**. São Paulo: Cortez, 1999.
- WINNER, L. **Beyond Innovation: Ethics and Citizenship in an Era of Ceaseless Change**. In: *Tecnología y política*. Valencia: UIMP, 2000.

TECHNOLOGICAL EDUCATION AND EVALUATION: AN ALTERNATIVE APPROACH

Abstract: *Evaluation is the top of the teaching process. However, if evaluating is important, it is also imperative to know what must be evaluated and how it must be done. The process of evaluation in the technical area is usually restlessly structured by the professor, and it intends to obtain some level of certainty at the correspondence between relevant aspects of the subject and its reproduction by the student. From this perspective, evaluation is strictly related with the student's qualification to use the technical knowledge in professional life. Evaluation is considered, therefore, as part of the educational process. From a STS perspective, though, this is an important aspect, but not sufficient to an adequate evaluation of learning process. What to*

evaluate and how to evaluate in this new context? This paper discusses some of the underlying aspects of academic technical knowledge, and its educational implications.

Key-words: Evaluation, Curriculum, STS, Technological education.