

Rompendo paradigmas na educação em engenharia
Rompiendo paradigmas en la educación de ingeniería
Breaking Paradigms in Engineering Education

Walter Antonio Bazzo e Luiz Teixeira do Vale Pereira *

Embora compreendamos que a educação para uma civilização comece muito antes da educação em engenharia, não vamos apelar para o caminho fácil de transferir eventuais problemas para as etapas anteriores do processo de educação formal. Na qualidade de professores de engenharia, nós não nos eximimos das responsabilidades mais diretas que nos dizem respeito. Apresentamos neste artigo uma rápida visão crítica do ensino de engenharia no Brasil, com intuito de abrir discussões sobre a sua pertinência no papel formador de cidadania mais esclarecida, notadamente na formação de cidadãos-engenheiros, que detêm a técnica e por isso devem se responsabilizar, especialmente nesse campo de ação humana, mais reflexivamente acerca de suas competências. Para tal, resumimos algumas ações que temos aplicado, ao longo de 40 anos de docência, visando uma formação mais crítica e que possa contribuir mais efetivamente para o desenvolvimento através da tecnologia a serviço do social.

169

Palavras-chave: educação em engenharia; desenvolvimento tecnológico; paradigmas educacionais da engenharia

* *Walter Antonio Bazzo*: Departamento de Engenharia Mecânica, CTC, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT). Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica (NEPET). Correio eletrônico: walter.bazzo@ufsc.br. *Luiz Teixeira do Vale Pereira*: Departamento de Engenharia Mecânica, CTC, UFSC. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica (NEPET). Correio eletrônico: teixeiravp@gmail.com.

Aunque la educación de una civilización comienza mucho antes que la educación en ingeniería, no vamos a apelar al camino fácil de transferir eventuales problemas a las etapas anteriores del proceso de educación formal. En calidad de profesores de ingeniería, no nos eximimos de responsabilidades más directas. En este artículo se presenta una visión crítica de la enseñanza de ingeniería en Brasil, con el propósito de abrir discusiones sobre su pertinencia en el papel formador de una ciudadanía mejor instruida, especialmente en la formación de ciudadanos-ingenieros que tengan conocimientos sobre técnica y por ello se hagan responsables de sus competencias. En esa dirección, resumimos algunas acciones que hemos aplicado, a lo largo de cuarenta años de docencia, en pos de una formación crítica, que contribuya más efectivamente al desarrollo a través de la tecnología y al servicio de lo social.

Palabras clave: educación en ingeniería; desarrollo tecnológico; paradigmas educativos de la ingeniería

Although the education of a civilization begins significantly before engineering education, we will not choose the easy path of transferring possible problems to the earlier stages of the education process. As engineering professors, we do not absolve ourselves of the most direct responsibilities that concern us. In this paper we present a critical viewpoint of engineering education in Brazil, with the aim of opening discussions regarding its relevance to a better educated citizenship, especially in relation to the education of citizen-engineers who know about technology and therefore should be held accountable in their areas of competence. We also summarize some of the actions that we have applied during our forty years of teaching experience, in the pursuit of a more critical education and a more effective contribution to the development of technology in service to the social sphere.

170

Keywords: *engineering education; technological development; engineering educational paradigms*

1. Uma cultura para o desenvolvimento tecno-social

Parece repetitivo, pelo menos para nós autores deste artigo, que trabalhamos há cerca de 40 anos com semelhantes preocupações, mais uma vez estarmos aqui com este assunto. Apenas parece. A pertinência desse tema sobre tecnologia, sociedade e engenharia nas preocupações contemporâneas da OEI nos motivou a voltar ao tema, até porque, em função da trajetória que empreendemos nesse tempo todo, intuímos que apenas um pequeno contingente docente até aqui se sensibilizou para, ao menos, pensar mais a fundo nas questões fulcrais da educação em engenharia.

O mundo segue no seu aparentemente inexorável desenvolvimento tecnológico e cada vez mais envolto nas artimanhas do capitalismo – em outros sistemas, principalmente depois do advento de uma China comunista crivada de costumes capitalistas, não é diferente –, que continua aviltando, mesmo sem perceber, as questões humanas, as individualidades, as culturas não-dominantes. Nossas escolas, para estarem de acordo com o ritmo do sistema, seguem inabaláveis na busca da competitividade sobremaneira calcada na relação custo-benefício, tendo como matriz algo apartado do seu entorno mais imediato. Os conteúdos seguem sendo “repassados” aos nossos estudantes como se fossem ferramentas de treinamento. A reflexão, a criticidade, a análise e outros fatores que se fazem indispensáveis nos dias atuais não ganham espaço nos herméticos currículos que permitem apenas atenção para as inovações tecnológicas.

Para quê, para quem e por quê são perguntas que, parece, permanecem a cargo de outras áreas de conhecimento, que hipoteticamente deteriam por “direito natural” ferramentas apropriadas para destrinchar tais reflexões. Ledo engano.

171

Não existem essas áreas estanques. Estamos todos no mesmo “barco” da área humana. A educação tecnológica, especialmente a em engenharia, está devendo este serviço à sociedade. Não podemos mais fechar os olhos para os problemas multifacetados que nós, através dessa mesma tecnologia, criamos e que se avolumam em termos de contaminação ambiental, aquecimento global, desemprego, desigualdade social... Por isso a volta ao tema. Até porque, pela nossa experiência, podemos afirmar que, desde que preocupações mais consistentes nessa área surgiram, pouco mudou. Em certas situações até se agravou, pela excessiva especialização em busca de desenvolvimento e progresso alucinantes para um poder hegemônico que cada vez se encastela mais na busca de riquezas menos partilhadas com o todo da população.

2. Uma rápida visão crítica da engenharia

Se não por outros motivos, o próprio quadro que enxergamos para a engenharia atual já seria motivo de boa monta para justificar analisá-la mais detidamente. Julgamos ter elementos ao menos intrigantes para acreditar que a engenharia, tal como hoje é praticada, cultua dogmas que a fazem reproduzir subliminarmente seus próprios desacertos, criando obstáculos que se afiguram intransponíveis, se quisermos desmitificá-los usando apenas os próprios “óculos” de engenheiro.

Mais uma vez parece justificado apostar numa interdisciplinarização – que raramente sai dos compêndios da teoria para uma efetiva prática escolar –, pelo menos de alguns de seus elementos, para que se possam construir argumentos que ultrapassem o internalismo radical de que é fiel depositária a profissão e colher elementos indispensáveis para tratar esse processo civilizatório complexo em outras áreas do conhecimento.

A engenharia, como toda profissão madura, tem estatuto próprio, suas próprias regras não escritas, e o seu carro-chefe parece ser uma pretensa independência da sua ação em relação ao social, ao histórico ou ao individual. Há uma espécie de consenso tácito, às vezes apenas subliminarmente operado, de que a sua ação estaria acima das questões mais comezinhas da vida, e que aquilo que os seus profissionais projetam é sem sombra de dúvidas o melhor, posto que desenvolvido sob a égide da força da técnica. Sendo o estado da arte da técnica que detêm em seu poder não a última versão da verdade, mas a própria verdade, enfim encontrada e reproduzida em modelos perfeitos de uma vez para sempre, as suas soluções, se conduzidas pelo bom método, também seriam as melhores para todos.

Este quadro, se de alguma forma confirmado, já mereceria boas reflexões a respeito de suas implicações, sobremaneira quanto aos seus reflexos no ensino. Sendo os cursos de engenharia basicamente conduzidos por engenheiros transformados em professores pela experiência, questões como essa passam a minar sub-repticiamente os atos educacionais desses docentes, sem que grande parte deles tenha alcançado a consciência plena do que reproduzem.

172

Mas não fica por aí. Parece que o paradigma atual da engenharia dá conta bastante bem dos problemas que ele próprio coloca. A engenharia não destoaria da sua matriz, a ciência. Se adotarmos o referencial kuhniano, poderíamos enxergar uma engenharia também extremamente dogmática. E como todo corpo de ideias que se autossustenta ante as diuturnas comprovações engendradas pelos seus próprios seguidores, a engenharia fecha-se cada vez mais sob os seus referenciais, vedando visões alternativas, que passam a ser tratadas como inservíveis e espúrios devaneios. Não haveria, assim, para os engenheiros, múltiplas engenharias, mas apenas uma possível, a deles. Os seus próprios manuais corroboram tal entendimento. Analogamente ao que pontua Kuhn (1992), na engenharia, se há manuais diferentes, é porque expõem assuntos diferentes. Não haveria conflitos filosóficos relevantes na profissão. Quando ultrapassamos os nossos restritos grupos de trabalho, nós engenheiros passamos boa parte do tempo em essência enaltecendo os predicados das nossas áreas, defendendo a sua supremacia diante outras áreas da própria profissão.

Estariamos assim reforçando certo estatuto programático da engenharia, que está aí só para constar, não para ser cumprido, pois a sua função seria basicamente esta. Basta sabermos da sua existência, simular segui-lo minimamente, talvez cobrar dos aspirantes e dos iniciantes uma reprodução cega e apassivada dos seus ditames, e tudo estaria sendo feito a bom termo.

Tudo isso ratifica uma provável visão fantasiosa e profundamente idealizada que nós engenheiros temos da nossa profissão, o que de alguma forma obstaculiza o encontro com o novo, com o social e com o próprio processo civilizatório que passa cada vez por mais interrogações, como por exemplo: onde vamos chegar?

Sendo essa visão refletida diretamente no processo de ensino, a reprodução do modelo se autossustenta, tomando vida própria. E isso nos parece resultar, em grande parte, da postura eminentemente positivista impregnada no seio da engenharia, onde o real, o verdadeiro, é continuamente afirmado como dado concreto (desde que afiançado pela ciência), ao mesmo tempo em que toda metafísica é até pejorativamente nominada como especulação inútil. De alguma forma isso induz a se eleger a obediência como o atributo mais valorizado do aluno. Neste quadro, nega-se às ideias o *status* de verdade, reservando-se o real unicamente à experiência, ao mundo do fenômeno. Em aditamento ainda a esta visão, as ideias são aceitas como instrumentos para direcionar a experiência, sempre trunfo de um pequeno número de pessoas, que deverão constituir a elite preparada cuidadosamente para tal tarefa e que definirá o que os demais deverão fazer.

A se confirmar esse quadro, algumas questões podem ser colocadas. Por exemplo, como se dá o processo de ensino, como pensam os professores que se dá o encontro de seus alunos com o novo? Qual será o processo civilizatório que determinará o futuro da humanidade? Que papel estaria reservado à relação professor-aluno neste contexto? (Bazzo, 2016a).

173

3. Da educação em engenharia

Até a poucas décadas atrás talvez não fosse tão difícil praticar a engenharia, e o seu ensino. No século passado bastava dominar uns poucos manuais e se estava apto a trabalhar as questões técnicas com propriedade. Por força da inércia que parece ser natural nas evoluções humanas, a julgar por análises, mesmo que superficiais, dos registros históricos disponíveis, até há bem pouco tempo esse quadro não parecia ser muito diferente. Embora discutível e passível de boas reflexões, tais interpretações podem resultar da constatação de que, em vista da quantidade, da facilidade de divulgação e do grau de complexidade das inter-relações entre os conhecimentos hoje disponíveis, impõe-se agora o uso de formas radicalmente diferentes de se encarar as construções mentais. Se o antigo modelo de ensino em engenharia, que privilegiava o “repassé” de conhecimentos, a repetição de experiências dos mestres e, de forma geral, a ritmalização cadenciada de rituais sacramentados por experiências passadas for mantido, pouco há por fazer, além de aguardar a falência da profissão, subjugada ante o avanço da inteligência artificial.

Talvez se devesse ver aí uma anomalia apresentando os seus contornos no horizonte, que não encontraria amparo no antigo modo de ver as coisas. Participar da construção de um novo paradigma que consiga dar conta de enfrentar essa anomalia, que já incomoda um número significativo de professores de engenharia, já nos parece ser motivo de sobra para analisar criticamente a profissão.

Para isso, imaginamos que seja preciso procurar entender a engenharia analisando os nossos próprios manuais, mas não apenas isso. Para que se possa entendê-la mais profundamente, imaginamos ser mister pensá-la para além desses manuais, recorrendo a reflexões filosóficas, buscando quem sabe uma teoria de construção do pensamento da área tecnológica (Bazzo, Pereira e Bazzo, 2016). Entender a questão da linguagem técnica, por exemplo, pode ajudar a entender um pouco da profissão e, principalmente, alguns dos obstáculos que se interpõem entre os indivíduos e os objetos de seu conhecimento. Como o aluno articula o confronto da sua linguagem, herança do senso comum, com a da comunidade a qual aspira? Que reflexos têm na aprendizagem dos novos conceitos as suas definições e conceituações de plantão? (Bazzo, Pereira e Linsingen, 2016).

Parece estar em vigência no ensino da engenharia uma ingênua visão da aprendizagem pela simples acumulação de conhecimentos, alcançada pela múltipla repetição das experiências dos mestres, como uma bola de neve que, ao rolar, agregaria matéria a cada volta. A se confirmar este panorama, qual modelo alternativo poderia substituir com eficiência este ver atual? Parece que o ensino de engenharia, tal como hoje se apresenta, é um ato disciplinar puramente descritivo, onde tudo são certezas; não se trabalha o conhecimento como provisório, salvo em raras ocasiões, assim mesmo por iniciativa individual e solitária de docentes, sem a anuência de um, digamos, espírito hegemônico.

Os impasses em engenharia são entendidos como problemas dos indivíduos, nunca como relacionados com o paradigma do grupo. Nós professores da engenharia não dizemos aos nossos alunos: vocês estão aqui para aprender a ver a engenharia e o mundo como nós vemos. Por sua vez, muitos alunos passam pelo curso sem se sentirem parte da comunidade; estão ali como que para acumular créditos para, depois de colecionar um certo montante deles, trocar no guichê da escola por um passaporte para a ascensão social. Até que ponto cabe culpa aos professores, à sociedade, ao sistema de ensino e ao próprio aluno nesta situação?

Se no Brasil, comenta-se, somos todos treinadores de futebol, na engenharia somos todos entendidos em currículo. Todos nós temos a nossa própria visão de currículo – quase sempre apenas uma lista de disciplinas –, e estamos sempre dispostos a desfilá-la a qualquer momento com extrema convicção e desenvoltura. Estranho é que em nossa área específica de trabalho praticamente não admitimos opinião alheia, só argumentos de autoridade, ainda assim, apenas se legitimados pela titulação acadêmica. Essa característica, parece, é reflexo da superlativa valorização da técnica, que espelharia a verdade última, e que quando transposta para o ensino transmite a profunda convicção de que há uma forma ótima única para a resolução dos problemas, a *one best way* do taylorismo. Essa questão por certo deve turvar as possibilidades de um ensino transformador em engenharia. Estabelece-se uma certa dança dos currículos, que sempre sofrem alterações em função de opiniões de professores e também dos novos estudos técnicos realizados por eles. Os cursos acabam se transformando, em muitas ocasiões, em válvulas de escape para premiar docentes que se especializaram em alguma área e que, em função de seu sucesso, são aquinhoados com disciplinas específicas compatíveis com as suas novas formações.

4. Qualidade da educação

Uma reestruturação no ensino de engenharia é premente, pelo fato de ele se encontrar distanciado dos reais problemas da nação, sendo basicamente preocupado com lógicas de outras culturas e regiões do mundo. Isso faz dele um método prescritivo em todas as suas instâncias – destituído de qualquer análise fundamentada nos pensadores da tecnociência – diminuindo enormemente o caráter criativo do enfrentamento dos problemas relacionados às verdadeiras questões, nacionais ou internacionais. Tudo isso acontece, talvez, em função do completo desconhecimento da questão epistemológica no campo do ensino de engenharia (Bazzo, 2017). Este é um dos vazios que estamos a denunciar há décadas.

Porém, além do “denuncismo”, temos tomado várias atitudes concretas e, dentre elas, se destaca a implantação e manutenção do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica – NEPET – www.nepet.ufsc.br, que vem proporcionando uma série de debates, reflexões e produção de material didático neste direcionamento.

Apesar da identificação do problema crucial que se estende hoje pela qualidade do ensino de engenharia, o ataque efetivo a esta problemática não pode ser produzido de forma amadora, apesar de que muitas vezes isso contribui pelo menos para identificar o problema. É preciso uma rigorosa formação no campo pedagógico e epistemológico, para que as análises sejam feitas de forma consistente e eficaz.

Enfocando o problema do ensino de engenharia desde sua origem, cumpre resgatar a questão do grau de comprometimento do sistema de ensino brasileiro com o atual estágio de desenvolvimento nacional. É inquestionável a relação unívoca que se estabelece entre estes dois fatores; aliás, trata-se de uma relação de causa e efeito.

175

Embora a reversão deste quadro não seja possível a curto prazo – dadas as suas características –, não se pode postergar indefinidamente a sua solução. É preciso um ponto inicial, passando-se definitivamente do discurso à ação.

O processo educacional de um país – uma parte de um todo mais amplo, de abrangência política, econômica e social – é iniciado no ambiente familiar, tendo continuidade na escolarização formal da criança, do adolescente e do adulto. Isso forma uma corrente onde todos os elos assumem responsabilidade vital para o conjunto. Se por um lado a abordagem de todo o processo é complexa e difícil, por outro deve-se considerar que não existe apenas uma definição para o problema; ou seja, ele não tem como início obrigatoriamente a criança no lar. Dilatando-se assim a definição do problema – na verdade ampliando o horizonte de definições – amplia-se também o universo de possíveis soluções.

O julgamento conformista de que as deficiências do recém-ingresso na universidade são decorrências do ensino secundário tem barrado tentativas de se estabelecer um ensino profícuo, e só contribui para a sedimentação da ideia de que o problema constitui um ciclo vicioso de solução quase impossível. Isso conduz ao imediatismo de se responder, por exemplo, às questões técnicas com currículos que invertem a ordem das coisas, dando mais ênfase à informação que à formação.

Indo mais a fundo na afirmação – supondo que ela seja verdadeira –, de que as deficiências do recém-ingresso na universidade são decorrência de um segundo grau deficiente em formação, fica ainda mais reforçada a tese de que é urgentemente necessária uma reformulação no conteúdo e na forma – em termos de ensino de ciência e de tecnologia – enfocados nos cursos universitários. São esses ensinamentos que alimentarão os cursos de segundo grau, independentemente se direcionados à área tecnológica ou não. Parece que esta compreensão, no Brasil, é muito incipiente. Ela precisa ser revertida (Bazzo, 2016b).

Acreditamos, com muita convicção, que a falta de criatividade, vivência com outras pessoas na sua relação de trabalho e o vício de resolver apenas problemas triviais impostos por aulas mecanizadas é reflexo da relação professor-aluno vigente nos cursos de engenharia. É raro que professor e aluno ajudem-se mais detidamente na busca de soluções de seus problemas comuns. As salas de aula são locais físicos que servem apenas para a caracterização de tarefas individuais que devem ser cumpridas independentemente de suas finalidades.

Uma contribuição para a indispensável mudança é constituída pelo ensino vivencial, onde mestres e alunos possam discutir a educação tecnológica e a integração vida-universidade com mais amplitude, buscando por fontes de consulta em outros campos da vida acadêmica, adquirindo com isso uma visão menos dogmática da importância e da repercussão do ensino tecnológico.

5. Da constatação à ação

Muitos congressos, inúmeras palestras, incontáveis artigos foram alvo de nossa atividade para sanar ou, ao menos, minimizar esse problema. Sabemos que várias possibilidades compõem soluções para se alterar esse processo. Para não ficarmos apenas na constatação e no denunciamento – algo que sempre é cobrado por aqueles que preferem permanecer na zona de conforto do pronto e acabado – fomos construindo possibilidades de forma compartimentalizada e “amena” pela necessidade de adaptação a currículos herméticos e bem-comportados e, mais que tudo, pela epistemologia da maioria dos professores pertencente a esta área. O ensino de engenharia atual trabalha predominantemente com o aprendizado eminentemente técnico.

Fazendo um aparte nesta linha de raciocínio que estamos desenvolvendo, é mister justificar nossa preocupação de fazer um resgate daquilo que, além da constatação, já foi feito em termos de efetivar essas mudanças. Esta nova preocupação em termos de formação docente na engenharia por parte da OEI parece ter esse intuito. Inúmeras contribuições de outros autores em reflexões selecionadas no Foro Ibero-americano, celebrado em abril de 2018 em Avilés e Oviedo, foram importantes para a temática em questão. Mas antes de mais nada é interessante saber o que está feito, o que se disponibiliza e o que vem produzindo efeitos reais nessas ainda tímidas mudanças na educação tecnológica, mais especificamente em engenharia. É disso que trataremos daqui até o final deste artigo, disponibilizando informações que nos

parecem fulcrais estejam vivas para aqueles que, da mesma maneira como aconteceu conosco, vislumbram uma educação em engenharia mais emancipadora e criativa.

6. Tecnologia e desenvolvimento

Para nós é claro e cristalino que apenas a introdução de uma disciplina (54 horas-aulas, num universo de 4200) é muito pouco para resolver eventuais ausências de reflexões mais humanas, sociais e políticas entre engenheiros em formação. Mas é um começo. Tecnologia e Desenvolvimento – T&D, disciplina que introduzimos no currículo da Engenharia Mecânica da UFSC, nas últimas fases do curso – cumpre um papel fundamental como catalisador de um costume pouco arraigado na comunidade de estudantes de engenharia. Não por opção deles, mas sim por corroboração sistemática, fruto de uma “inércia cultural” entre aqueles que se sentem responsáveis apenas pelas questões técnicas da profissão: seus professores.

Para além dos objetivos básicos de uma disciplina introdutória com esta conotação, acrescentamos abordagens mais amplas, introduzindo textos e interpretações mais reflexivas, de cunho social e histórico, para despertar os iniciantes para preocupações mais realísticas acerca do papel dos engenheiros.

Para tal implantação, fomos motivados pela pressentida rapidez com que a tecnologia vem tomando conta de interesses e prioridades das sociedades, o que nos induziu à busca de alternativas de compreensão das suas repercussões mais amplas. Ao longo de experiências de vários anos com educação em engenharia, e com a sua administração, e em função de novos estudos acerca da forma como ciência e tecnologia vinham sendo tratadas dentro do ensino tecnológico, consideramos pertinente e oportuno criar oportunidades para que ambas fossem analisadas sob novos pontos de vistas.

Entendemos que cada vez mais a sociedade compreende que apenas dominar e ampliar as técnicas é muito pouco, e que precisamos ultrapassar visões utilitaristas dos produtos da tecnologia ou mesmo transpor análises técnicas pretensamente neutras que hoje muitos de nós privilegiam ou enaltecem acriticamente. A técnica como constructo social, como resultado de interações com a cultura e como resposta a emergências de um momento histórico estava em mente. Tudo isso buscando uma compreensão da técnica além da técnica, para ensejar um fazer da engenharia mais consistente e crítico.

Um curso de engenharia, no nosso entendimento, em que pese toda a sua força em prol do que se convencionou chamar “progresso tecnológico”, tem esquecido, ou abdicado, de criar condições para que a técnica seja compreendida aquém e além dos seus aspectos mais aparentes. E tem também deixado de lado contextualizações sociais, historicidades, referenciais culturais, ambientações, impactos, interações políticas, enfim muitas das inevitáveis inter-relações, imbricações e relações de compromisso presentes em toda ação humana, seja ela de caráter técnico ou não.

Através de análises críticas e reflexivas sobre os desenvolvimentos sociais – referidos sempre que possível ao Brasil –, que inexoravelmente passam pelas relações entre ciência, tecnologia e sociedade, propusemos o conteúdo registrado em um documento oficial junto ao Colegiado do Curso de Engenharia Mecânica da UFSC, que o aprovou por unanimidade, também considerando que tal conteúdo estava em consonância com as Novas Diretrizes Curriculares brasileiras. A linha mestra da disciplina se fundamenta em uma linguagem clara, simples e pragmática escorada por farto material de apoio que contrasta as diversas nuances da ciência e da tecnologia num país tão paradoxal quanto o Brasil, que, apesar de dominar tecnologias de ponta, sofre ainda hoje com grandes desigualdades sociais e com filtros que dificultam sobremaneira acesso livre às benesses de uma sociedade tecnológica.

6.1. Ementa adotada

Como possibilidade geral para a constituição de uma disciplina com enfoque CTS, adotamos os seguintes assuntos: O que é CTS; Definições de ciência, tecnologia e técnica; Revolução industrial; Desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento social; Difusão de novas tecnologias; Sociedade tecnológica e suas implicações; Imagens da tecnologia; Noções de risco e de impacto tecnológico; Modelos de produção e modelos de sociedade; Desafios contemporâneos; Influências da ciência e da tecnologia na organização social; Relações entre ciência, tecnologia e sociedade; Questões éticas e políticas.

178

6.2. Objetivos

Uma disciplina com tal enfoque deve cumprir alguns papéis importantes na formação dos engenheiros. Dentre eles podemos citar, como mais significativos, o papel de contribuir para que o aluno desenvolva capacidades tais como:

- a) compreender as relações e as implicações entre ciência, tecnologia e sociedade;
- b) analisar e valorar as repercussões sociais, econômicas, políticas e éticas das atividades científicas e tecnológicas;
- c) aplicar os conhecimentos tecnocientíficos aos estudos e à valoração de problemas relevantes na vida social;
- d) utilizar conhecimentos das relações entre ciência, tecnologia e sociedade para compreender melhor a realidade;
- e) buscar soluções e adotar posições baseadas em juízo de valor livre e responsável;
- f) apreciar e valorar criticamente as potencialidades e as limitações da ciência e da tecnologia para proporcionar maior grau de consciência e de bem-estar individual e coletivo;
- g) assumir uma maior consciência dos problemas ligados às desigualdades sociais;
- h) analisar e avaliar criticamente as necessidades sociais e os desenvolvimentos científico e tecnológico;
- i) reconhecer a técnica como produção sociocultural e histórica, possibilitando alcançar uma maior capacidade de negociação nas ações da engenharia.

6.3. O primeiro grande resultado

Dentre as várias questões novas e desafiadoras que colocamos, uma das que deixa os alunos mais intrigados e motivados é a possibilidade de publicação de um artigo num congresso ou revista de circulação nacional. Dessa forma, instigamos, a cada semestre, que os alunos matriculados produzam textos que, se por nós aprovado, sejam submetidos a algum evento de repercussão mais ampla que a leitura por parte dos professores responsáveis pela disciplina. Como isso não é de praxe nas responsabilidades discentes brasileiras, transformamos uma atividade normalmente utilizada quase que exclusivamente apenas para fins de aferição de rendimentos escolares num desafio maior, que ultrapassa o âmbito do formalismo curricular.

Os resultados até aqui têm sido auspiciosos. Ao final de vários semestres seguidos de ministração da disciplina, mais de uma centena de artigos foram produzidos, abrangendo os mais diferentes assuntos.¹ Dentre estes, alguns foram selecionados para submissão a eventos externos à instituição. Embora em essência a lógica dos trabalhos originais seja mantida, os professores responsáveis pela disciplina trabalham os textos finais com os alunos visando adequá-los aos eventos a que se destinam. Até aqui, cerca de vinte desses artigos já foram publicados, basicamente nos Congressos Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE.

É importante ressaltar que estes artigos nascem depois de uma intensa maturação que passa pela elaboração de um seminário realizado em sala de aula, tendo como protagonistas as equipes de alunos. Está sempre em jogo um processo intenso que leva à preparação de assuntos motivadores que, normalmente, transformam as aulas em ambientes que ultrapassam a rigidez das formalidades que definem papéis clássicos entre professores e alunos.

179

Estabelecido o tema e o dia de um seminário, nos reunimos para as apresentações e debates. Cada equipe – geralmente composta de dois alunos – expõem suas ideias, os resultados de suas pesquisas, e abrimos momentos de discussão acerca do tema apresentado, tendo sempre os apresentadores no comando das discussões, orientados pelos professores.

Tendo em vista a consistência dos artigos até aqui produzidos, já estamos programando inclusive a publicação de um livro – compilando vários desses textos.² Imaginamos que tal obra possa trazer subsídios para nos ajudar a compreender o imbricado problema do desenvolvimento tecnológico e social.

6.4. Um outro recurso didático

Uma outra atividade realizada com sucesso, ultrapassando as expectativas iniciais, foi a utilização de vídeos. Normalmente de cinquenta minutos de duração, cada vídeo apresentado é seguido de debate, onde são apontadas – pelos presentes que queiram se manifestar – as impressões, concordâncias e discordâncias com relação à linha argumentativa estabelecida pelo roteirista. Em seguida, solicitamos que cada aluno, individualmente, prepare uma resenha a respeito do material apresentado.

Os vídeos utilizados são, em geral, reportagens – de cunho mais reflexivo – disponíveis nos arquivos dos professores, dos próprios alunos ou na internet. Para a seleção desse material, sempre se procura centrar o foco em temas que discutam a tecnologia, a ciência e a sociedade, em seu viés histórico, filosófico, político ou social, mas que de alguma forma encete possibilidades de enxergar a ciência, a tecnologia e a sociedade de forma crítica e contextualizada.

7. Introdução à engenharia mecânica

Implantada com o propósito de introduzir os alunos no curso, a disciplina foi iniciada tendo como objetivos principais capacitar o aluno a identificar as diversas áreas de atuação da Engenharia Mecânica, e dentro dessas propor métodos para análise e solução de problemas. Da sua ementa constavam em essência referências a palestras sobre Engenharia Mecânica e sobre o curso, e a visitas aos laboratórios. Inicialmente a ideia básica era a de repasse de conhecimentos para os alunos. O professor, ou os palestrantes, expunham os seus conhecimentos e os alunos os “absorviam”. Em provas formais, cada aluno demonstrava os conteúdos que havia “retido”.

Interpretamos hoje que, no seu início, Introdução à Engenharia Mecânica pouco diferia, em termos de prática de ensino, do padrão clássico de um curso de engenharia. Ainda assim, cumpria bem os seus propósitos de integração dos alunos ao curso.

180

Entretanto, com uma mudança de enfoque, reformulamos os seus objetivos, tornando-a mais abrangente, passando a tratar não apenas das questões técnicas, mas a encarar como possibilidade de mostrar uma engenharia mais realista, onde questões políticas, sociais e históricas assumem dimensões equiparáveis à formalidade técnica clássica.

Embora entendamos que o professor não seja autônomo na escolha dos tópicos constituintes da disciplina que leciona, consideramos que ele não pode apoiar-se nesta justificativa para esquivar-se de uma reflexão constante dos programas de ensino sob sua responsabilidade. Pensando assim, a cada semestre letivo Introdução à Engenharia Mecânica foi sendo avaliada – por professores e alunos – e procedidas alterações, sempre que necessário, para que ela alcançasse da melhor forma possível os objetivos previstos quando da sua implantação, mas agregando interpretações mais realísticas da engenharia.

Poderíamos aqui explicar um pouco mais as atividades desta disciplina tal como fizemos com T&D. No entanto, por questões limitantes de espaço, direcionamos para o www.nepet.ufsc.br, na seção de disciplinas, onde todo o processo está descrito e com farto material didático até aqui por nós produzido.

No ano de 1988, surgiu a primeira e exploratória publicação do livro “Introdução à Engenharia”, que serve como livro texto em inúmeros cursos de engenharia no Brasil,

hoje com mais de quarenta edições publicadas ao longo deste tempo (Bazzo e Pereira, 2016).

8. Núcleo de estudos e pesquisas em educação tecnológica – NEPET

Falar no NEPET é quase contar a história de nossas produções. Apesar de estar no diretório do CNPq como grupo instituído oficialmente, sempre viveu sem qualquer financiamento. Sua manutenção básica de infraestrutura – sala, equipamentos, material de consumo etc. – foi bancada pelo próprio Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC. É importante que isso seja dito para salientar o apoio e a importância que a chefia e o corpo docente emprestaram a este empreendimento, que completa agora 21 anos de existência.

O NEPET reúne professores de várias áreas de conhecimento e vem trabalhando com a indispensável interdisciplinaridade, fundamental para os propósitos de nossos estudos. Indubitavelmente o ponto alto da produção de material para reflexão dos mais diversos setores da educação é a sua página – www.nepet.ufsc.br –, atualizada com frequência. Em visitas à página do NEPET podem-se conferir livros comentados, materiais para reflexão, vídeos e filmes recomendados, descrição de aulas – para facilitar a preparação por outros que queiram entender a lógica da inserção desses assuntos na sua lida diária com processos de ensino. Inúmeras resenhas de livros atuais são redigidas para disponibilizar assuntos contemporâneos que embalam a engenharia e seu funcionamento. Enfim, o NEPET é uma de nossas significativas contribuições para este desafio de “quebrar paradigmas” na Educação em Engenharia.

181

9. Conclusões

Implantar inovações educacionais – apesar do imenso apelo que a palavra tem no meio tecnológico – é sempre um desafio na formação do engenheiro. Grande parte do corpo discente e docente as vê como “corpo estranho” dentro do contexto técnico. Sabemos que é um desafio de envergadura considerável, mas seguimos investindo e produzindo para que tal aconteça.

Em primeiro lugar, tal magnitude de ousadia fica evidenciada pela falta de referenciais orientadores tanto quanto aos conteúdos a abordar quanto ao formato dos procedimentos didático-pedagógicos mais adequados para estas mudanças. A forma como o ambiente acadêmico técnico enxerga esses desafios educacionais com estes enfoques também não pode ser desprezada, quando se fala em dificuldades de implantação.

Até certo ponto é compreensível o estranhamento. Acostumados a décadas de acomodação a um ritual técnico padronizado e moldado na força de eventos tecnocientíficos relevantes, a cultura que permeia o modo de pensar na engenharia bloqueia qualquer tentativa que destoe do paradigma vigente. Tal paradigma,

embalado pelos relativos sucessos dos empreendimentos tecnológicos recentes, praticamente bloqueia espaços à dúvida, à incerteza, à crítica, à dialética, a tudo aquilo que não privilegie a contundência da “resposta certa”, baseada que está num conceito de ciência idealizada. Com efeito, o sistema educativo incorpora o modelo positivista – matriz do ensino de engenharia brasileiro – e abre caminho para o aparentemente vitorioso modelo industrial, fazendo com que a educação se transforme em alvo fácil para uma absorção acrítica de novidades do mercado de consumo.

Daí que a implantação destes desafios que objetivem justamente contemplar a técnica sob outros enfoques, que não puramente a manutenção da técnica pela técnica, sofra inicialmente um impacto do próprio sistema que se sente agredido em sua integridade. Afinal, prepostos da sociedade para fazer a técnica devem também zelar por ela. E isso significa, nesta forma de ver a coisa, manter um corpo fechado de procedimentos que se cerram sobre si mesmos, como se ingerências fora desse escopo fossem perturbar uma ordem indiscutível das coisas técnicas.

Passado este impacto inicial, a preocupação básica com a implantação desses “novos temas” a partir de pouco referencial direto para orientar os professores das áreas técnicas, passa a ser a dificuldade de implantação de semelhantes ideias. Acreditamos que tenhamos ultrapassado – nesses quarenta anos de intensa atividade e produção de materiais que minimizem esta lacuna na literatura brasileira – essas etapas com sucesso, e que os resultados começam a aparecer.

182

O que relatamos neste artigo corrobora esta interpretação, tendo em vista o número de alunos que cursaram Tecnologia e Desenvolvimento, o número de visitas ao site do NEPET ao longo de sua existência e a noção diferenciada sobre engenharia que os recém-ingressos no curso de engenharia mecânica da UFSC obtiveram a partir da forma como foram recebidos nesta nova fase da vida através da disciplina Introdução à Engenharia Mecânica. Muitos livros escritos também comprovam o acerto da nossa aposta; todos eles contemplados com novas edições, o que mostra a necessidade que os estudantes têm de ler textos com semelhantes conteúdos.

O livro “Introdução à Engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos” é um capítulo à parte nesse nosso inventário. Foram mais de 40 edições com diferentes capas, conteúdos e ressignificações. E ele segue atendendo a vários cursos pelo Brasil todo – alguns também nos países vizinhos – sendo remodelado a cada tempo em função da significativa mudança civilizatória contemporânea.

Mais importante do que colocar uma conclusão extensa aqui, é mais significativo convidar a conhecer estes trabalhos para saber que, além da identificação do problema das lacunas no processo de educação na engenharia, a procura de possíveis soluções tem sido feita com vigor por alguns grupos no Brasil, com produção significativa de materiais.

Para finalizar, gostaríamos de registrar que o que mais nos encoraja a afirmar o sucesso desta empreitada é a mudança de postura de alunos com relação à

abrangência da ação da engenharia, que passou de meramente instrumental para contextualizada em consonância com os novos problemas civilizatórios. E intuir que, quem sabe, dentro de pouco tempo esse tipo de postura também faça parte da formação da maioria dos docentes que trabalham a educação tecnológica no Brasil.

Referências bibliográficas

BAZZO, W. A. (2016a): *De técnico e de humano, questões contemporâneas*, Florianópolis, Editora da UFSC.

BAZZO, W. A. (2016b): “Ponto de Ruptura Civilizatória: A Pertinência de uma Educação ‘desobediente’”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, vol. 12, nº 34, pp. 73-91.

BAZZO, W. A. (2017): *Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da Educação Tecnológica*, Florianópolis, Editora da UFSC.

BAZZO, W. A., LINSINGEN, I. V. e PEREIRA, L. T. V. (2003): *Introdução aos estudos CTS (Ciência, tecnologia e sociedade)*, Madri, OEI.

BAZZO, W. A. e PEREIRA, L. T. V. (2016): *Introdução à Engenharia, conceitos, ferramentas e comportamentos*, Florianópolis, Editora da UFSC.

BAZZO, W. A., PEREIRA, L. T. V. e BAZZO, J. L. S. (2016): *Conversando sobre educação tecnológica*, Florianópolis, Editora da UFSC.

BAZZO, W. A., PEREIRA, L. T. V. e LINSINGEN, I. V. (2016): *Educação Tecnológica, enfoques para o ensino de engenharia*, Florianópolis, Editora da UFSC.

KUHN, T. (1992): *A estrutura das revoluções científicas*, São Paulo, Perspectiva.

Como citar este artigo

BAZZO, W. A. e PEREIRA, L. T. V. (2019): “Rompendo paradigmas na educação em engenharia”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, vol. 14, nº 41, pp. 169-183.