



O ENFOQUE CTS NO ENSINO DE ENGENHARIA: UM ESTUDO DE CASO NO CEFET-RJ

Marta Lucia Azevedo Ferreira - mlferreira@cefet-rj.br
CEFET-RJ, Departamento de Engenharia de Produção
Av. Maracanã, 229 - 1º andar - Maracanã
CEP 20271 110 - Rio de Janeiro - RJ

Cristina Gomes de Souza - cgsouza@cefet-rj.br
CEFET-RJ, Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Mestrado em Tecnologia
Av. Maracanã, 229 - 5º andar - Maracanã
CEP 20271 110 - Rio de Janeiro - RJ

***Resumo:** Tendo como premissa que o campo CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) constitui importante marco conceitual para embasar reflexões e propostas de mudança na formação dos engenheiros nos dias de hoje, este artigo tem início com uma breve introdução sobre o campo seguida da discussão sobre a Educação CTS em engenharia, que é ilustrada por um estudo de caso no CEFET-RJ onde, no curso de Engenharia de Produção, o enfoque CTS é aplicado na disciplina Introdução à Engenharia. Conclui-se que a Educação CTS é uma proposta interessante e útil no ensino de engenharia, uma vez que propicia a contextualização de conteúdos e contribui para a formação de engenheiros com perfil reflexivo e crítico. Em relação à engenharia de produção, a necessidade de levar em conta sistemas humanos e conhecimentos das ciências sociais favorece sua aplicação. O enfoque CTS mostrou-se uma opção adequada na disciplina Introdução à Engenharia, em razão de sua natureza motivacional e reflexiva, do caráter abrangente de seu conteúdo e também da facilidade de implementação. Trata-se de um caminho promissor no ensino de engenharia.*

***Palavras-chave:** Educação CTS, Enfoque CTS, Ensino de Engenharia.*

1. INTRODUÇÃO

As relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade definem o recente, heterogêneo e interdisciplinar campo CTS, cujo objeto é demarcado pela dimensão social da Ciência e da Tecnologia (C&T). Segundo Bazzo *et al.* (2003), o campo teve sua origem no final dos anos 60 e início dos anos 70 e vem se desenvolvendo em três eixos - pesquisa acadêmica, políticas públicas e educação - que, embora distintos, são complementares, tendo em vista os seguintes pressupostos: o desenvolvimento científico-tecnológico é um processo social; a mudança científico-tecnológica modela instituições e formas de vida, constituindo tema de interesse público; a democracia constitui um compromisso básico; e a avaliação e controle social do desenvolvimento científico-tecnológico são necessários, o que significa que a educação voltada para a participação social é também necessária.

De acordo com os autores, a tradição europeia desse campo focaliza os antecedentes sociais das mudanças científico-tecnológicas, prioriza as atividades científicas e possui caráter teórico, tendo nas ciências sociais seu marco explicativo. Em contrapartida, a tradição americana enfatiza as conseqüências sociais das mudanças científico-tecnológicas e dá mais atenção às atividades tecnológicas, possuindo caráter pragmático e caracterizando-se pelo

Realização:



Organização:





marco avaliativo centrado em questões de natureza ética e educacional. Dias e Serafim (2009) acrescentam que a tradição europeia é conhecida como Estudos de C&T (Science and Technology Studies) e a norte-americana como CTS (Science, Technology and Society).

De fato, a perspectiva crítica introduzida pelo campo CTS foi bem recebida na Europa, nos Estados Unidos e em alguns países da América Latina, onde Kreimer (2007) assinala que as primeiras reflexões surgiram também nos anos 60 e 70 a partir de cientistas e engenheiros e com enfoque eminentemente político, constituindo o Pensamento Latino-Americano em CTS (PLACTS). Nos anos 80 e 90 o número de pesquisadores, programas de formação e publicações aumentou e diversificaram-se as abordagens teóricas e metodológicas, configurando a institucionalização do campo, sobretudo no eixo da pesquisa acadêmica. No Brasil, os grupos de pesquisa em CTS atuam predominantemente na área de educação, com ênfase na educação em ciências (ARAÚJO, 2009).

Velho (2011) acrescenta que no cenário de globalização e profunda reestruturação tecnológica, econômica, social e política daquele período, a ciência passou a ser concebida como fonte de oportunidade estratégica. Vários programas empíricos começaram a enfatizar a natureza contingente e socialmente localizada dos fatos científicos, adotando a perspectiva relativista e concebendo a ciência como construção social. Os enfoques disciplinares para tratar a produção do conhecimento em C&T, em geral, e dos artefatos tecnológicos, em particular, tornaram-se reconhecidamente insuficientes.

Assim como C&T constituem aspectos centrais para o entendimento das trajetórias de crescimento econômico e de desenvolvimento observadas no cenário internacional, explicam as assimetrias na distribuição das capacidades produtivas, inovativas e sociais dos países. Porém, como afirma a autora, surgem no século XXI os contornos de uma nova concepção de ciência para o bem-estar das sociedades, o que vem a significar também tecnologia e inovação sustentáveis. Novos desafios se impõem à engenharia e à formação dos engenheiros.

Como indaga Ferreira (2010, p. 16), “estarão estes profissionais, formados nos dias de hoje a partir de um sistema educacional voltado para a modernidade, preparados para responder às novas exigências das sociedades contemporâneas?” Ferreira *et al.* (2011) assinalam que os engenheiros criam, usam e transformam tecnologias para o benefício da humanidade, mas já não podem mais se manter isentos de refletir e agir em relação aos desconfortos, desafios e perigos nelas implicados.

Como discutem as autoras, embora concebida no campo CTS como atividade social complexa, a tecnologia é geralmente entendida de maneira restrita no campo da engenharia, uma vez que é usualmente empregada segundo o enfoque instrumental, que a caracteriza como ferramenta, aparato, mecanismo ou artefato construído para a realização de tarefas, daí ser a utilidade sua principal característica.

De acordo com esta concepção simplista, os engenheiros têm o papel precípua de elaborar artefatos, estruturas e sistemas tecnológicos úteis. No entanto, segundo o enfoque sistêmico, a tecnologia é entendida como unidade complexa e independente que inclui materiais, artefatos e energia, bem como os agentes que a transformam. Do mesmo modo que a ciência, a tecnologia é um sistema social complexo.

Como o campo CTS constitui importante marco conceitual para embasar reflexões e propostas de mudança na formação dos engenheiros nos dias de hoje, apresenta-se depois desta breve introdução a discussão sobre a Educação CTS em engenharia seguida de um estudo de caso no CEFET-RJ onde, no curso de Engenharia de Produção, a abordagem CTS é aplicada na disciplina Introdução à Engenharia. Na sequência, são apresentadas as considerações finais e referências bibliográficas utilizadas.



2. A EDUCAÇÃO CTS EM ENGENHARIA

Segundo Auler (2007), as iniciativas da Educação CTS no Brasil são ainda incipientes, não havendo uma compreensão e um discurso consensual quanto aos objetivos, conteúdos, abrangência e modalidades de implementação. Tomando como referência vários autores, ele aponta como objetivos deste tipo de educação: promover a compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico; promover o interesse dos alunos ao relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais; discutir com os alunos as implicações sociais e éticas decorrentes do uso de C&T; desenvolver nos alunos o pensamento crítico e a independência intelectual; e formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, tornando-os capazes de tomar decisões informadas.

Em relação aos estudantes de ciências e engenharia, Linsingen (2007) assinala que a Educação CTS vai ao encontro da necessidade de oferecer uma formação mais humanística, com o propósito de neles desenvolver maior sensibilidade crítica em relação às questões sociais e ambientais incorporadas nas tecnologias, aproximando-os de uma imagem mais realista da natureza social de C&T e do papel político dos especialistas nas sociedades contemporâneas. Nas palavras do autor, trata-se de promover uma “educação crítica em engenharia”. Dias e Serafim (2009) endossam a proposta da Educação CTS ao defenderem a “humanização do ensino de ciências e engenharias”.

Na mesma direção, Santos e Mortimer (2002) argumentam a partir de vários autores que a Educação CTS corresponde à integração entre educação científica, tecnológica e social. Outro aspecto ressaltado além da aquisição de conhecimentos e da utilização de habilidades é o desenvolvimento de valores. Sem dúvida, tais considerações alinham-se aos desafios enfrentados pelos engenheiros em relação à ciência, à tecnologia e à inovação no século XXI. Os autores acrescentam ainda que a estrutura de um curso com enfoque CTS deve contemplar conceitos científicos e tecnológicos, processos de investigação e interações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Bazzo *et al.* (2003) ressaltam que a Educação CTS implica em mudanças estruturais no sistema educativo, uma vez que são requeridas: a mudança de foco dos alunos individualmente para grupos de alunos; a transferência de autoridade dos professores e textos para os alunos, tanto individualmente como coletivamente; a mudança de papel dos professores como distribuidores de informações autorizadas, que passam de autoridades posicionais a autoridades experienciais. Essas mudanças estruturais não são exclusivas do ensino de engenharia, podendo ser conduzidas em todos os níveis de ensino.

Os autores apontam três tipos de experiências de Educação CTS que, embora originadas no nível secundário, podem ser aplicadas no ensino de engenharia: enxerto CTS, que significa introduzir temas CTS em disciplinas de ciências; C&T através de CTS, que significa estruturar conteúdos de cunho científico-tecnológico com orientação CTS (disciplinas, cursos e projetos pedagógicos); e CTS puro, que significa dar prioridade ao conteúdo CTS e não aos conteúdos de cunho científico-tecnológico.

Menestrina (2008) acrescenta que o enxerto CTS refere-se ao uso de argumentos do dia-a-dia em sala de aula visando estimular polêmicas de ordem política, econômica, social e histórica a partir de elementos disponíveis nos meios de comunicação. Utilizada a título de exemplo ou como elemento motivador, esta modalidade não requer alterações na sequência dos conteúdos e na estrutura das disciplinas, cursos e currículos.

Já a modalidade C&T através de CTS focaliza as relações entre esses conteúdos e o campo CTS. Neste caso, os alunos são levados a simular sua atuação como profissionais,



consumidores, cidadãos e gestores de políticas públicas, aprendendo a refletir e opinar sobre tais assuntos de maneira argumentativa, criteriosa e crítica. Na modalidade CTS puro, as ciências humanas e sociais são apresentadas aos alunos e os conteúdos científico-tecnológicos não são aprofundados, sendo utilizados apenas para a compreensão dos conteúdos CTS.

Em relação às duas primeiras modalidades, Sutz (1998) sugere as seguintes abordagens: histórica; interações entre atores sociais; dimensão conflitiva; desenvolvimento, políticas e instituições; e inovação e prospecção. Em relação à modalidade CTS puro, ela propõe os seguintes objetivos: apresentar C&T como processos sociais; construir interações entre diferentes perspectivas e linguagens; e ampliar a cultura de ciências sociais dos alunos de ciências exatas, naturais e engenharia. A autora destaca ainda a importância do debate sobre os mecanismos de articulação entre C&T, inovação e desenvolvimento.

Com efeito, “o conhecimento de C&T é importante, mas insuficiente para os engenheiros atualmente, pois inovação, empreendedorismo, concorrência, empresas, mercados, engenharia e educação em engenharia são temas que apresentam convergência crescente” (FERREIRA, 2010, p. 2). A necessidade de um saber interdisciplinar se configura. Além disso, “é fundamental que o debate sobre educação possa recuperar a dimensão de atrelamento aos projetos de desenvolvimento dos países e às opções de seu modo de inserção na economia global” (FERREIRA *et al.*, 2008, p. 50). Na área de educação em engenharia, este debate deve contemplar as vertentes científico-tecnológicas, político-econômicas e sócio-culturais, seguindo a proposta da Educação CTS.

Porém, como afirma Menestrina (2008), a formação disciplinar dos docentes colide com a perspectiva interdisciplinar da Educação CTS, que postula que as aulas sejam construções coletivas guiadas pelos professores, de modo a incentivar atitudes criativas e críticas nos alunos. De acordo com Bazzo *et al.* (2003), trata-se menos de manejar informações e mais de articular conhecimentos, argumentos e contra-argumentos baseados em problemas compartilhados sobre o desenvolvimento científico-tecnológico. A resolução de problemas deve envolver a negociação e o consenso, uma vez que o conflito está sempre presente. O papel dos professores é apoiar os alunos por meio de materiais conceituais e empíricos, de modo que eles sejam capazes de construir suas próprias argumentações.

Bazzo (2011) sugere as seguintes atividades didáticas: articulação monográfica, por meio da qual os professores promovem a discussão de uma ou mais questões-chave sobre determinados temas a partir de problemas familiares aos alunos ou de estudos de caso; seminários participativos a partir de filmes ou de grupos de discussão nos quais sub-grupos assumem posições favoráveis e contrárias a determinados temas, de modo a favorecer a fundamentação de ideias e opiniões e o debate sobre as mesmas; e ensaios críticos, com o objetivo de estimular a criatividade, a originalidade, o senso crítico e a auto-confiança dos alunos ao redigirem textos com observações próprias sobre determinados temas. Cabe acrescentar as visitas técnicas, que em geral são muito bem recebidas pelos alunos, podendo ser complementadas por relatórios e até mesmo por breves ensaios críticos.

Ainda segundo Menestrina (2008, p. 41), o ensino universitário deve ser capaz de oferecer condições para que os alunos sejam menos passivos e mais ativos, uma vez que “a universidade transcende a função de mera formadora para o mercado de trabalho” e engloba a formação para a cidadania. Esta concepção é destacada por Alamo e Dávila (2011) ao abordarem as interações entre a universidade e a sociedade e compartilhada por Ferreira (2010) ao apontar os novos paradigmas da engenharia e da educação em engenharia e o grande desafio das universidades brasileiras no sentido de detectarem quando as transformações sociais ocorrem e em que direção, de modo que seja minimamente possível,



em tempo hábil, implementar mudanças nos projetos pedagógicos, nos currículos e nas práticas acadêmicas.

De acordo com a autora, desde os anos 80 vem crescendo nos diversos países o entendimento da necessidade de adequação de seus sistemas educacionais a uma sociedade crescentemente globalizada e centrada no conhecimento e na aprendizagem. As instituições universitárias vêm, assim, enfrentando o desafio de adaptação às novas exigências de formação colocadas pela contemporaneidade. Com efeito, seu papel é cada vez mais importante no cenário atual, pois o desenvolvimento dos países se apoia na competitividade, que é cada vez mais dependente da qualificação da mão-de-obra.

Diferentemente das universidades antigas, as universidades modernas evoluíram a partir de uma educação de massa que, baseada na especialização em disciplinas, era capaz de promover o ensino em ritmo uniforme a partir dos docentes como detentores e provedores de conhecimentos. Em relação aos estudantes, valorizava-se a aquisição e retenção de dados, informações, soluções e respostas. Entretanto, as alternativas de uso da tecnologia para a solução dos problemas humanos, bem como as possibilidades de impactos de alta consequência decorrentes de seu uso freqüente e crescente, trouxeram novas questões para a educação em geral e para a educação em engenharia em particular. Como afirmam Hortale & Mora (2004), hoje se configura um novo modelo de universidade universal, marcado pela visão de ampliação do acesso, de suas ações e de seus objetivos, de modo a responder mais rapidamente às necessidades dessa sociedade tecnológica, complexa e empreendedora.

O conhecimento científico e a capacidade em engenharia são a base de inovações tecnológicas, mas também organizacionais e institucionais e a reflexão sobre o papel da engenharia e da educação em engenharia é oportuna e necessária atualmente, uma vez que os impactos econômicos, sociais e ambientais da atuação dos engenheiros são cada vez mais percebidos como relevantes. A engenharia já não pode mais ser concebida como um corpo de conhecimentos eminentemente técnico, fechado e neutro, pois insere-se no sistema ciência-tecnologia-sociedade-inovação-ambiente. Portanto, trata-se hoje de formar engenheiros com capacidade de lidar com situações complexas, de refletir e de responsabilizar-se por suas decisões e ações.

Em especial no Brasil, é necessário que as universidades concentrem esforços na promoção de novos conhecimentos, habilidades, atitudes e valores capazes de tornar os futuros engenheiros mais aptos para o mercado de trabalho e para participarem ativamente do desenvolvimento tecnológico nacional. Ferreira *et al.* (2009) destacam que no mundo atual, estes profissionais precisam menos do acúmulo de informações e mais de oportunidades de aprender a coletá-las, entendê-las, organizá-las e analisá-las criativamente e prospectivamente, gerando novos conhecimentos e inovações. Conforme assinalado por Ferreira (2010) e Ferreira *et al.* (2010), a engenharia e a educação em engenharia precisam abrir-se à interdisciplinaridade, à complexidade e à diversidade. Trata-se de novos modelos de universidade, de novos perfis de formação e de novas metodologias de ensino-aprendizagem.

Como afirma Linsingen (2007), a Educação CTS representa “uma mudança de olhar”, na medida em que a tecnologia deixa de ser enfocada em conteúdos distantes e fragmentados baseados em conhecimentos científicos supostamente neutros e autônomos e passa a ser abordada de maneira contextualizada ou mesmo a partir de situações cotidianas vividas pelos alunos. Trata-se de uma proposta interessante e útil no ensino de engenharia, uma vez que propicia a contextualização de conteúdos e contribui para a formação de engenheiros com perfil reflexivo e crítico, proporcionando a estes profissionais melhores condições de atuar na resolução dos complexos problemas que caracterizam as sociedades contemporâneas.



3. O ENFOQUE CTS NO ENSINO DE ENGENHARIA: UM ESTUDO DE CASO NO CEFET-RJ

O Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ) passou por distintas denominações ao longo de sua história, tendo sua vocação profissionalizante definida em 1917 ao qualificar a mão-de-obra que iria trabalhar nas primeiras fábricas movidas à energia elétrica e novas indústrias que iriam surgir no país a partir dos anos 20. Nas décadas de 30 e 40, a instituição participou ativamente do processo de industrialização brasileiro, intensificado nos anos 50 e 60.

De acordo com informações disponibilizadas no portal da instituição, em 1966 foi implantado, em convênio com a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), o curso superior de curta duração em Engenharia de Operação e em 1978, já com a denominação atual, o CEFET-RJ passou a atuar como instituição de educação superior, ou seja, como autarquia de regime especial vinculada ao Ministério da Educação e Cultura (Lei nº 6.545). Desde então, passou a contar com autonomia administrativa, patrimonial, financeira, didática e disciplinar e oferecer novos cursos de graduação e pós-graduação, além de atividades de pesquisa e extensão.

Em 1992, o CEFET-RJ passou a oferecer o curso de pós-graduação *stricto sensu* em Tecnologia, a nível de mestrado, cujas atividades de ensino, pesquisa e extensão estão hoje organizadas na área de concentração denominada Tecnologia, Gestão e Inovação, que visa à produção de conhecimento em três linhas de pesquisa: Desenvolvimento de Tecnologias Integradas a Produtos e Processos; Organização e Gestão da Produção; e Gestão da Inovação e Informação Tecnológica. Estas áreas abrangem dezesseis projetos de pesquisa.

Em março de 1998, o CEFET-RJ lançou a primeira turma do curso de graduação em Engenharia de Produção, formada em 2002. Para conferir identidade e suporte ao novo curso foi criado, em 1999, o Departamento de Engenharia de Produção (DEPRO) que, desde então, vem buscando aprimoramentos contínuos.

Devido ao porte, abrangência de níveis de ensino (médio, técnico, graduação e pós-graduação *lato sensu* e *stricto sensu*) e *expertise* em educação tecnológica, o CEFET-RJ vem buscando, desde 2005, transformar-se na Universidade Tecnológica Federal do Rio de Janeiro. Os esforços nesta direção vêm se dando também em decorrência da percepção crescente de que a instituição tem importante papel a desempenhar na capacitação nacional em engenharia. Hoje são oferecidos cursos nas áreas de Controle e Automação Industrial, Civil, Elétrica (Eletrônica, Eletrotécnica e Telecomunicações), Mecânica e Produção.

O curso de Engenharia de Produção ganha proeminência, dada a alta demanda, que o transformou no curso com a maior relação de candidatos por vaga e com as maiores médias de aprovação no vestibular da instituição. Atualmente é também o curso com o maior número de alunos inscritos. Seu corpo docente é composto integralmente por doutores ou doutorandos com publicações regulares em congressos e periódicos no Brasil e no exterior. O resultado é que na edição de 2011 do Guia do Estudante, o curso figura entre os melhores do país.

O curso tem como objetivo oferecer aos alunos, tanto a sólida base de conhecimentos que é própria da engenharia e comum a todos os engenheiros, independentemente da modalidade, como aquela que é própria da engenharia de produção, de modo que os egressos sejam capazes de conceber, projetar, implementar, manter e aperfeiçoar sistemas produtivos de naturezas diversas. Cabe acrescentar os conhecimentos relacionados a projeto, análise e gestão de processos produtivos e a modelos quantitativos e qualitativos aplicados a problemas de engenharia de produção.



Em relação às habilidades, o curso pretende desenvolver nos alunos a criatividade e a capacidade de resolução de problemas, a consciência crítica, o raciocínio lógico e a capacidade de expressão oral, gráfica e escrita, além da liderança. Quanto às atitudes e valores, o curso visa o fortalecimento da ética e da consciência de responsabilidade social.

Cabe destacar ainda as oportunidades de desenvolvimento pessoal propiciadas pelas atividades da SIFE/CEFET-RJ (Liderança e Projetos Sociais), CEFET-JR (Consultoria em Administração e Engenharia), IETEC (Incubadora de Empresas Tecnológicas do CEFET-RJ), iniciação científica e estágios. Estes dois últimos constituem também importantes mecanismos de aprendizagem cujas perspectivas podem ser visualizadas mais claramente pelos estudantes durante as atividades anuais da Semana de Extensão e da Feira de Estágio e Emprego.

Assim, espera-se que o engenheiro de produção do CEFET-RJ seja capaz de fazer uso de sua sólida formação numérica e computacional para atuar de maneira eficiente e eficaz no planejamento, implantação, acompanhamento, manutenção, avaliação e melhoria de sistemas produtivos de bens e serviços, considerando seus aspectos político-econômicos, sociais, ambientais e culturais, sem se distanciar de uma visão ética e humanística.

A disciplina Introdução à Engenharia tem como objetivo apresentar aos alunos uma visão geral da engenharia de produção como campo de pesquisa e de atuação profissional. Oferecida no primeiro período letivo juntamente com as disciplinas Cálculo a uma Variável, Álgebra Linear I, Desenho, Química e Introdução à Administração, constitui a primeira oportunidade dos alunos vislumbrarem a realidade do caminho aberto por sua escolha, confrontando-a com expectativas, percepções e informações prévias. Trata-se de uma disciplina que possui dupla natureza: motivacional e reflexiva.

A ementa divide-se em: Ciência, Tecnologia, Engenharia e Engenharia de Produção; História da Engenharia de Produção; Papel Estratégico e Desafios da Engenharia de Produção; Projetos; Planejamento e Controle; Ferramentas de Melhoria e Manutenção; Ferramentas Matemáticas e Computacionais; Engenharia Econômica e Finanças; Pesquisa, Atuação Profissional, Regulamentação e Associações de Classe.

No segundo semestre de 2011, a disciplina teve início com uma dinâmica de apresentação pessoal da professora e dos alunos complementada pelo levantamento de expectativas destes últimos em relação ao campo, à instituição e ao curso. A seguir, foram abordados o objetivo e os tópicos da ementa, bem como a metodologia e os critérios de verificação da aprendizagem e de avaliação da disciplina que viriam a ser adotados.

A metodologia incluiu aulas expositivas, um *brainstorming* (em grupos) realizado em sala de aula e dois estudos de caso (em grupos) cujos resultados foram apresentados em sala de aula sob a forma de seminários, além de uma resenha (em grupos) e de dois resumos (individuais). Alguns professores do curso apresentaram tópicos específicos, interligando-os às suas respectivas disciplinas e interesses de pesquisa, de modo a oferecer aos alunos uma visão dos desdobramentos do curso.

Cabe acrescentar as breves exposições feitas pelas equipes da SIFE/CEFET-RJ e da CEFET-JR e o incentivo dos professores à participação dos alunos no XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), que ocorreu em Belo Horizonte, e no III Encontro Fluminense de Engenharia de Produção (ENFEPRO), sediado no CEFET-RJ, onde a experiência ora relatada, ainda em curso, pois o semestre letivo não havia terminado, foi apresentada (FERREIRA & SOUZA, 2011).

Além disso, um engenheiro com experiência em gestão da produção foi entrevistado pela turma, enquanto cada aluno foi responsável pela realização de uma entrevista com um



engenheiro de produção atuante no mercado de trabalho, consolidando as informações em um pequeno relatório. A verificação da aprendizagem foi o somatório das notas obtidas em cada uma dessas atividades, refletindo a participação e o envolvimento dos alunos durante os dois bimestres, sendo a nota final o resultado da média destas notas bimestrais. A avaliação da disciplina foi feita com base em um questionário aplicado ao final da mesma.

Em caráter experimental, o enfoque CTS foi introduzido nos três primeiros tópicos da disciplina por meio de aulas expositivas e de duas atividades em grupos. A turma foi dividida em seis grupos de cinco alunos. A primeira atividade foi a resenha das três primeiras partes do livro *Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)* de Bazzo *et al.* (2003). A segunda atividade, realizada em sala de aula, foi a reflexão e discussão sobre os desafios atuais da engenharia de produção (*brainstorming*) a partir de sua origem e evolução histórica (aulas expositivas).

No que diz respeito à resenha, os resultados evidenciaram certa dificuldade na elaboração de conteúdos críticos pelos alunos, uma vez que três grupos acabaram mais propriamente por resumir o texto do que por apresentar comentários ou mesmo gerar uma conclusão final, apresentando apenas conclusões parciais em cada capítulo. Ainda assim, acredita-se que o objetivo de mostrar a complexidade das interações entre ciência, tecnologia e sociedade foi atingido, como pode ser observado nas conclusões dos outros três grupos:

- ✓ Grupo A: “Ao terminar o estudo sobre o livro, podemos concluir que a ciência é muito mais ampla do que se pode perceber com um olhar superficial. Assuntos como política, filosofia e sociedade são repletos de ciência em seu âmbito... A ciência pode ser vista de diversos ângulos e avaliada de várias maneiras, de acordo com a sociedade e a época onde ela foi aplicada... A técnica está presente nos seres humanos desde o princípio, sendo vista em mínimos atos... A tecnologia não tem modo certo de defini-la... Hoje ela molda as necessidades da sociedade que, por si, aceita e afirma a dependência... Na sociedade atual, corremos o risco do uso de objetos tecnocientíficos e com isso devemos desenvolver novos enfoques éticos”.
- ✓ Grupo B: “O livro é uma boa opção para aqueles que querem ter uma opinião crítica a respeito desses três assuntos. A todo momento o autor e seus auxiliares destacaram os fatos mais importantes, procuraram dar exemplos e reproduzir pensamentos e opiniões de conhecedores do assunto. Outro fato que vale a pena ser ressaltado é a indicação de leituras complementares a cada capítulo do livro, que o faz também ter uma abordagem acadêmica”.
- ✓ Grupo C: “A leitura do livro tornou possível compreender como fenômenos técnicos que seriam corriqueiros surgiram e ocorrem hoje, de maneira a moldar comportamentos e sociedades como um todo. A grande meta, entretanto, é que saibamos utilizar todos esses recursos de maneira benéfica e (ambientalmente) correta. O mundo, pelo menos para a maioria das pessoas, ainda sofre por problemas primitivos e carências que podem ser solucionadas com cada vez menos dificuldade”.

Em relação ao *brainstorming*, a atividade mostrou-se motivadora, pois os alunos se envolveram nela além do tempo previsto e sugeriram a realização de novas atividades do mesmo gênero. Embora no início tenham demonstrado pouca autonomia, buscando com frequência direcionamento em relação ao que fazer, aos poucos compreenderam que o objetivo era a construção de um entendimento comum, mostrando-se ao final satisfeitos com o resultado. Na aula seguinte os trabalhos foram comentados a partir das complementaridades e divergências nas respostas e o conteúdo foi então introduzido. Deste modo, foi possível mostrar aos alunos a importância do processo de aprendizagem coletiva.



Essas percepções foram confrontadas com as opiniões dos vinte e cinco alunos que responderam anonimamente ao questionário de avaliação da disciplina. A turma foi constituída majoritariamente por estudantes com até vinte anos, sendo quinze do sexo feminino e dez do sexo masculino. Utilizando uma escala de um a cinco, eles atribuíram graus de importância e de satisfação a cada um dos dezessete atributos listados e no verso do questionário foram encorajados a registrar suas críticas e sugestões de melhoria da disciplina para os próximos semestres.

Embora os conhecimentos e conteúdos abordados e o papel da disciplina no curso tenham sido considerados importantes/muito importantes e satisfatórios/muito satisfatórios para a grande maioria dos alunos, as atividades em que o enfoque CTS foi utilizado não apresentaram a mesma uniformidade. As aulas expositivas ministradas pela professora principal e o *brainstorming* foram também consideradas relevantes/muito relevantes para a grande maioria dos alunos, apresentando pequena queda no nível de satisfação, enquanto a resenha foi a atividade que apresentou graus favoráveis de importância e satisfação na opinião de apenas quatro alunos, destacando-se negativamente em relação a todos os demais atributos pesquisados.

Os comentários registrados auxiliaram no entendimento deste resultado: um dos alunos considerou a resenha como um trabalho “cansativo e massante”, enquanto outro afirmou que a resenha “exigiu muito esforço manual”. Ao ser analisada em conjunto com os resumos (não contemplados pelo enfoque CTS), um aluno assinalou o “número excessivo de resenhas/resumos”. Outro aluno mencionou que “foram passados muitos trabalhos individuais em relação aos trabalhos em grupo” e acrescentou: “eu considero os trabalhos em grupo mais produtivos”. Na opinião de outro aluno, “os trabalhos individuais foram muitos, como os resumos”. Não houve, porém, qualquer comentário em relação ao conteúdo do livro que foi objeto da resenha.

Vale acrescentar que os resumos foram considerados com grau favorável de importância na opinião de apenas nove alunos, caindo para sete em relação ao grau de satisfação. Pouco menos da metade da turma opinou favoravelmente quanto à importância e satisfação relacionadas aos trabalhos individuais. Contrariamente, a grande maioria dos alunos declarou a importância/alta importância e a satisfação/alta satisfação com os trabalhos em grupos. Embora a resenha esteja incluída neste caso, o resultado positivo pode ser inequivocamente atribuído aos estudos de caso e seminários deles decorrentes, que constituíram sucesso praticamente unânime em termos de importância e satisfação.

Em síntese, considerando o *ranking* de atributos mais valorizados, em primeiro lugar foram citados os estudos de caso e os seminários, seguidos pelo levantamento de expectativas e pelas aulas expositivas da professora principal e em terceiro lugar pelo *brainstorming*. Quanto ao *ranking* de atributos mais satisfatórios, em primeiro lugar foram mencionados o levantamento de expectativas e os seminários, seguidos pelos estudos de caso e pelos trabalhos em grupos e em terceiro lugar pelas atividades extra-curriculares. Neste caso, alguns alunos declararam sua participação nos processos seletivos da SIFE/CEFET-RJ e da CEFET-JR, enquanto outros estiveram presentes no III ENFEPRO.

Considerando o *ranking* de atributos menos valorizados, em primeiro lugar foi citada a resenha, em segundo lugar os resumos e em terceiro lugar as entrevistas individuais com engenheiros de produção atuantes no mercado de trabalho. No que se refere ao *ranking* de atributos menos satisfatórios, em primeiro lugar foi mencionada a resenha, em segundo lugar os resumos e em terceiro lugar os trabalhos individuais. Dentre os comentários e sugestões, os estudos de caso se destacaram na opinião dos alunos: “excelentes os estudos de caso”; “maior



quantidade de estudos de caso”; “maior número de estudos de caso”; “mais trabalhos de estudo de caso e *braintorming*”; “continuidade no foco em aulas expositivas e estudos de caso”.

Apesar de ainda incipiente, o que torna necessária a realização de ajustes para continuidade, a experiência de utilização do enfoque CTS na disciplina Introdução à Engenharia é um caminho promissor no curso de Engenharia de Produção. Como assinalam Neto e Leite (2010), são duas as peculiaridades que distinguem a engenharia de produção das demais engenharias: a necessidade de levar em conta sistemas humanos e de utilizar conhecimentos das ciências sociais, o que aumenta significativamente a complexidade de seus problemas e impõe a necessidade de tratá-los segundo uma perspectiva ampla, sistêmica e interdisciplinar. A Educação CTS representa exatamente esta perspectiva.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Educação CTS vai ao encontro da necessidade de oferecer uma formação mais humanística aos estudantes de engenharia, de modo a promover neles maior sensibilidade crítica em relação às questões sociais e ambientais relacionadas ao desenvolvimento científico-tecnológico. A proposta é integrar educação científica, tecnológica e social, bem como conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, o que implica em mudanças estruturais no sistema educativo, sobretudo devido à necessidade de transferir a autoridade dos professores e textos para os alunos, tanto individualmente, como coletivamente.

O enxerto CTS mostrou-se uma opção adequada na disciplina Introdução à Engenharia, em razão de sua natureza motivacional e reflexiva e do caráter abrangente de seu conteúdo. Cabe destacar também a facilidade de implementação, na medida em que a opção não implicou em alterações na sequência de conteúdos e tampouco na estrutura da disciplina. Foi possível explorar, juntamente com os alunos, as interações entre ciência, tecnologia, engenharia e engenharia de produção, a história da engenharia e da engenharia de produção, além do papel estratégico e dos desafios da engenharia de produção, inclusive no contexto brasileiro. Por meio do enfoque CTS, de natureza interdisciplinar, buscou-se aproximar os campos da engenharia, da economia e da administração.

Em termos de atividades didáticas, foram adotadas a articulação monográfica através de discussões e estudos de caso, os seminários participativos e o ensaio crítico sob a forma de resenha. O objetivo foi trabalhar conhecimentos, habilidades, atitudes e valores de maneira ativa, favorecendo nos alunos a criatividade, a originalidade e o senso crítico e estimulando a fundamentação e o debate de ideias. A grande maioria deles declarou a importância/alta importância e a satisfação/alta satisfação com os trabalhos em grupos, com destaque para os estudos de caso e seminários deles decorrentes. Embora a resenha esteja incluída neste caso, foi a atividade menos valorizada pelos alunos e também a menos satisfatória, possivelmente em razão da dificuldade demonstrada na elaboração de conteúdos críticos, ou mesmo por ter sido por eles considerada muito trabalhosa, dada a extensão do texto analisado.

A Educação CTS é uma proposta interessante e útil no ensino de engenharia, uma vez que propicia a contextualização de conteúdos e contribui para a formação de engenheiros com perfil reflexivo e crítico. Em relação à engenharia de produção, a necessidade de levar em conta sistemas humanos e conhecimentos das ciências sociais favorece sua aplicação. É grande o espaço de possibilidades a serem exploradas nesse campo, seja por meio de enfoques em determinadas disciplinas, a exemplo da que foi apresentada neste artigo, seja por meio da criação de disciplinas específicas com este enfoque, ou ainda por meio da criação de ações pedagógicas transversais entre as disciplinas e de projetos pedagógicos.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALAMO, O.; DÁVILA, L. Ciencia y tecnología, educación y ciudadanía. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, Campinas, v. 16, n. 3, pp. 619-629, 2011.

ARAÚJO, R. F. Os grupos de pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade no Brasil. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade**, São Carlos, v. 1, n. 1, pp. 81-97, 2009.

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, Unicamp, v. 1, número especial, pp. 1-20, 2007.

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da educação tecnológica**. 3. ed. rev. Florianópolis : UFSC, 2011.

BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. V. (eds.). **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**, Madrid : OEI, 2003.

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA (CEFET-RJ). Instituição/Histórico e Ensino/Graduação/Maracanã/Engenharia de Produção/Depro. Disponível em: <<http://portal.cefet-rj.br>>. Acesso em: 7 mai. 2012.

DIAS, R. B.; SERAFIM, M. P. Educação CTS: uma proposta para a formação de cientistas e engenheiros. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, Campinas, v. 14, n. 3, pp. 611-627, 2009.

FERREIRA, M. L. A. CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA, Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação. A engenharia e a educação em engenharia no Brasil da colonização aos desafios do século XXI: a trajetória do Sistema Nacional de Inovação, 2010, 217p. **Dissertação (Mestrado)**.

FERREIRA, M. L. A.; SOUZA, C. G. O enfoque CTS na disciplina Introdução à Engenharia de Produção do CEFET-RJ. **Anais: III Encontro Fluminense de Engenharia de Produção** (Rio de Janeiro). Rio de Janeiro : SFEP, 2011.

FERREIRA, M. L. A.; SOUZA, C. G.; SPRITZER, I. M. P. A. Desenvolvimento tecnológico, empreendedorismo e inovação nas empresas: desafios para a educação em engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 1, n. 1, pp. 38-58, 2008.

FERREIRA, M. L. A.; SOUZA, C. G.; SPRITZER, I. M. P. A. Prospecção tecnológica e educação em engenharia no Brasil. **Anais: XXXVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia** (Recife). Brasília : ABENGE, 2009.

FERREIRA, M. L. A.; SOUZA, C. G.; SPRITZER, I. M. P. A. Interações universidade-empresa, novos modelos de universidade e novos perfis de formação em engenharia no Brasil. **Anais: XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia** (Fortaleza). Brasília : ABENGE, 2010.



FERREIRA, M. L. A.; SOUZA, C. G.; SPRITZER, I. M. P. A. Os Estudos CTS e a Economia da Tecnologia na formação em engenharia. **Anais: XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia** (Blumenau). Brasília : ABENGE, 2011.

HORTALE, V. A.; MORA, J. G. Tendências das reformas da educação superior na Europa no contexto do processo de Bolonha. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 25, n. 88, pp. 937-960, 2004.

KREIMER, P. Social Studies of Science and Technology in Latin America: a field in the process of consolidation. **Science Technology & Society**, v. 12, n. 1, pp. 1-9, 2007.

LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, Unicamp, v. 1, número especial, pp. 1-19, 2007.

MENESTRINA, T. C. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Centro de Ciências da Educação. Concepção de Ciência, Tecnologia e Sociedade na formação de engenheiros: um estudo de caso das engenharias da UDESC Joinville, 2008, 241p. **Tese (Doutorado)**.

NETO, A. I.; LEITE, M. S. A abordagem sistêmica na pesquisa em engenharia de produção. **Produção**, São Paulo, v. 20, n. 1, pp. 1-14, 2010.

SANTOS, W. L. P; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa e Educação em Ciências**, UFMG, v. 2, n. 1, pp. 1-23, 2002.

SUTZ, J. Ciencia, Tecnología y Sociedad: argumentos y elementos para una innovación curricular. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 18, pp. 145-169, 1998.

VELHO, L. Conceitos de ciência e a política científica, tecnológica e de inovação. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 13, n. 26, pp. 128-153, 2011.

THE STS APPROACH IN ENGINEERING EDUCATION: A CASE STUDY IN CEFET-RJ

Abstract: *With the assumption that STS (Science, Technology and Society) is an important conceptual framework to support ideas and proposals for change in the teaching of the engineers today, this article begins with a brief introduction to this field, followed by the discussion of STS Education, which is illustrated by a case study in CEFET-RJ. There, in the Production Engineering course, the STS approach is applied in the Introduction to Engineering discipline. It is concluded that the STS Education is a proposal interesting and useful in the teaching of engineering, since it provides the contextualization of content and contributes to the formation of engineers with reflective and critical profile. In production engineering, the need to deal with human systems and with knowledge of social sciences favors its application. The STS approach is an appropriate option in the Introduction to Engineering discipline because of their nature motivational and reflective and of the broad nature of its contents, and also because of the ease of implementation. It is a good promise in engineering education.*

Key-words: *STS Education, STS Approach, Engineering Education.*