



A FORMAÇÃO CTS NO CEFET-RJ: AVALIAÇÃO DO CONTEXTO E DE UMA EXPERIÊNCIA NA GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

Marta Lucia Azevedo Ferreira - marta.ferreira57@gmail.com

Cristina Gomes de Souza - crisgsouza@gmail.com

Alvaro Chrispino - alvaro.chrispino@gmail.com

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: *Este artigo tem por objetivo apresentar uma avaliação da formação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no âmbito do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ) utilizando como metodologia a pesquisa descritiva. Na primeira seção, o tema da formação CTS nas ciências e engenharias é tratado a partir de pesquisa bibliográfica e na segunda seção é abordado no contexto institucional com o suporte de pesquisa documental. Na terceira seção é apresentada a avaliação da experiência de enxerto CTS na disciplina Introdução à Engenharia do Curso de Graduação em Engenharia de Produção no período de agosto de 2011 a dezembro de 2012. Esta avaliação leva em conta as percepções docente e discente, a primeira por meio de observação participante e a segunda por meio de pesquisa de campo com 100 alunos. A avaliação da experiência mostrou que o enxerto CTS foi uma opção adequada em razão da natureza reflexiva e motivacional da disciplina, do caráter abrangente do seu conteúdo e também da facilidade de implementação, com destaque para os estudos de caso e os seminários deles decorrentes, que foram as atividades didáticas consideradas mais importantes na opinião de 93% dos alunos pesquisados.*

Palavras-chave: *Movimento CTS, Formação CTS; Enxerto CTS; Introdução à Engenharia; Engenharia de Produção.*

1. A FORMAÇÃO CTS NAS CIÊNCIAS E ENGENHARIAS

A formação CTS insere-se no escopo do movimento CTS do final dos anos 60, que deu origem à vertente europeia dos Estudos de C&T (Science and Technology Studies), norte-americana de CTS (Science, Technology and Society) e à vertente do Pensamento Latino-Americano em CTS (PLACTS), influenciando reformas no ensino de ciências (biologia, física, matemática e química) e engenharia nestas regiões desde então (Dias & Serafim, 2009; Kreimer, 2007; Linsingen, 2007; Roehrig & Camargo, 2013; Teixeira, 2003). Trata-se de um novo paradigma educacional voltado para a formação de cidadãos criativos, críticos, analíticos e racionais por meio da contextualização e da abordagem interdisciplinar desses conteúdos pelos professores, que passam a utilizar menos aulas expositivas, atuando como mediadores no processo de ensino-aprendizagem e estimulando a participação ativa dos estudantes através de estratégias diferenciadas (Bazzo, 2011; Bazzo, Linsingen & Pereira, 2003; Mansour, 2009).

Como afirmam Praia e Cachapuz (2005), tem cada vez menos sentido pensar o conhecimento científico fora do contexto da sociedade e do desenvolvimento tecnológico atual, razão pela qual os programas das disciplinas científico-tecnológicas devem contemplar, além da dimensão conceitual, a natureza da ciência, a relação ciência-sociedade, a relação ciência-tecnologia e a relação ciência-ética. Esta orientação é a essência do viés educacional do movimento CTS, que vem ganhando importância, sobretudo a partir dos anos 90, quando algumas



das principais publicações internacionais sobre o tema, mantendo a sua ênfase filosófica original e constitutiva, passaram a incorporar a discussão de políticas educativas, curriculares, sociais, culturais e ambientais, além de revisões bibliográficas e aspectos mais práticos (Cachapuz, Paixão, Lopes & Guerra, 2008).

No Brasil, os grupos de pesquisa em CTS atuam predominantemente na área de educação, com ênfase na educação em ciências (Araújo, 2009). Ao analisarem as publicações em eventos nacionais desta área a partir de 2000, Pansera-de-Araújo, Gehlen, Mezalira e Scheid (2009) identificaram abordagens dirigidas aos pressupostos e concepções CTS e ao desenvolvimento de currículos CTS, tendo aumentado a participação destas últimas em relação às primeiras, o que pode indicar certo amadurecimento do campo no contexto brasileiro. Vale acrescentar que o Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge) vem constituindo, desde os anos 90, importante espaço de reflexões e debates sobre a prática e o ensino de engenharia no país, acolhendo também o tema da formação CTS em engenharia. A este espaço agregou-se mais recentemente o do Fórum de Gestores de Instituições de Educação em Engenharia.

Porém, Auler (2007) considera que as iniciativas de formação CTS no Brasil são ainda incipientes, não havendo uma compreensão e um discurso consensual quanto aos objetivos, abrangência, conteúdos e modalidades de implementação. Tomando como referência vários autores, ele aponta como objetivos deste tipo de formação: 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.

Santos e Mortimer (2002) também argumentam a partir de vários autores que a formação CTS visa integrar a formação científica, tecnológica e social por meio de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores. Os conceitos científicos e tecnológicos são apresentados de maneira contextualizada, ou seja, associados aos processos de investigação e às interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. O interesse pessoal, a preocupação cívica e as perspectivas culturais são levados em conta e o desenvolvimento de ideias e valores é privilegiado através do estudo de políticas públicas e de temas globais e locais. Trata-se de reconhecer a inevitável ligação de uma educação científico-tecnológica a uma educação para os valores (Praia & Cachapuz, 2005).

Linsingen (2007) e Bazzo, Pereira e Linsingen (2008) acrescentam em relação ao ensino de engenharia que este tipo de formação representa uma nova perspectiva, pois a contextualização de conteúdos, aplicações e resultados é um problema crucial. Trata-se ainda de oferecer uma formação humanística para que os futuros engenheiros tenham 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. Segundo Ferreira, Souza e Spritzer (2013), promover uma formação não apenas técnica, mas também generalista, humanista, crítica e reflexiva atende, tanto aos objetivos da formação CTS em engenharia, como às diretrizes curriculares nacionais (Resolução CNE/CES nº 11 de 2002). O desafio é implementar esses objetivos e diretrizes nas escolas de engenharia brasileiras, onde predominam aulas expositivas baseadas na visão ultrapassada de que “a ciência descobre, a indústria aplica e o homem se conforma” (Bazzo, 2011, p. 149).

Em relação à abrangência, a formação CTS é interdisciplinar, compondo um domínio conexo entre diferentes disciplinas, dentre as quais se destacam a história, a filosofia e a sociologia da ciência e da tecnologia, a economia da tecnologia e da inovação e as teorias da educação e do pensamento político (Bazzo, Linsingen & Pereira, 2003; Osorio, 2002). Assim, os



conteúdos são abordados de maneira relacional, evidenciando as suas diferentes dimensões, em especial aquelas relacionadas às interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Como a formação disciplinar dos docentes dificulta esta prática interdisciplinar, a formação inicial e continuada de docentes é um dos principais eixos de ação da formação CTS, aliado à mudança curricular (Ferreira, Souza & Spritzer, 2013; Santos & Mortimer, 2002; Teixeira, 2003).

Ainda no que diz respeito aos conteúdos, Premebida, Neves e Almeida (2011) oferecem os seguintes exemplos: condicionantes sociais da estruturação e autonomia do campo científico; mecanismos e condições institucionais e sociais de estruturação de C&T a partir de diferentes contextos; formas de decisão sobre sistemas peritos na gestão da vida cotidiana; relações entre conhecimento perito e leigo no contexto de produção e difusão de conhecimentos científico-tecnológicos; mecanismos de engajamento público em temas sociotécnicos; relações entre produção e consumo de inovações tecnológicas; e impactos socioambientais decorrentes da utilização de sistemas e artefatos tecnológicos. Bazzo (2011) sugere três áreas temáticas voltadas para o ensino de engenharia: dinâmica de C&T; raízes da tecnologia; e orientação das tecnologias.

Em relação às modalidades de implementação, Osorio (2002) e Bazzo, Linsingen e Pereira (2003) mencionam as três experiências de formação CTS consagradas na literatura: enxerto CTS, ou introdução de temas CTS nas disciplinas de ciências e engenharias; C&T através de CTS, isto é, estruturação de conteúdos científico-tecnológicos com orientação CTS (disciplinas, cursos e projetos pedagógicos); e CTS puro, ou seja, priorização do conteúdo CTS em relação aos conteúdos científico-tecnológicos. Osorio (2002) assinala que os estudos de caso são adequados à primeira modalidade por favorecerem a argumentação a partir de controvérsias, o debate e a participação, rompendo com a rotina do trabalho cotidiano em sala de aula. Esta modalidade pode ser utilizada a título de exemplo ou como elemento motivador sem provocar alterações na sequência dos conteúdos e na estrutura das disciplinas, cursos e currículos, razão pela qual é de mais fácil implementação do que as demais, baseadas no ensino de C&T a partir de problemas específicos ou na estruturação de disciplinas, cursos e projetos pedagógicos CTS.

A formação CTS implica em mudanças estruturais no sistema educativo ao deslocar o foco de atenção dos professores (ensino) para os alunos (aprendizagem). Os primeiros passam a atuar como condutores de reflexões, mediadores de debates e organizadores de trabalhos, gerenciando tempo, recursos e o ambiente geral nas turmas (Teixeira, 2003). Os métodos de aprendizagem passiva são substituídos por estratégias de aprendizagem ativa (Prince, 2004; Prince & Felder, 2006). Trata-se de proporcionar aos alunos materiais conceituais e empíricos para a construção de caminhos argumentativos, transmitindo-lhes estruturas lógicas de processos científico-tecnológicos reais aos quais eles serão submetidos em seu exercício profissional futuro. Os professores passam a contribuir mais pela sua experiência do que por sua autoridade, ainda que esta seja mantida (Bazzo, 2011).

O autor sugere ainda as seguintes atividades didáticas: articulação monográfica, por meio da qual os professores promovem a discussão de 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 subgrupos 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 autoconfiança dos alunos ao redigirem textos com observações próprias sobre determinados temas. Cabe acrescentar as visitas técnicas, que podem ser complementadas por relatórios ou breves ensaios críticos. Cumpre destacar que a evolução da educação em engenharia no país aponta para a proposta da formação CTS e para a necessidade de maior diversidade de perfis profissionais (Dias & Serafim, 2009; Ferreira, 2010; Ferreira, Souza & Spritzer, 2013).



2. A FORMAÇÃO CTS NO CEFET-RJ: AVALIAÇÃO DO CONTEXTO

O Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ) passou por distintas denominações ao longo de sua história, tendo a sua vocação profissionalizante definida em 1917 ao qualificar mão de obra para a indústria do estado do Rio de Janeiro, adquirindo relevância pela formação de técnicos até os anos 70, quando passou a oferecer cursos de engenharia em resposta às novas demandas do setor produtivo. A denominação atual surgiu com a Lei nº 6.545 de 1978, alterada pela Lei nº 8.711 de 1993 e pela Lei nº 8.948 de 1994, regulamentada pelo Decreto nº 5.224 de 2004, pertencente ao Sistema Federal de Ensino, segundo o Decreto nº 5.225 de 2004. Trata-se de uma autarquia de regime especial vinculada ao Ministério da Educação - detendo autonomia administrativa, patrimonial, financeira, didático-pedagógica e disciplinar - especializada na oferta de educação tecnológica nos diferentes níveis e modalidades de ensino, com atuação prioritária na área tecnológica e integrando, conforme a Lei nº 11.892 de 2008, a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.

A missão do CEFET-RJ é promover atividades de ensino, pesquisa e extensão que propiciem - de modo reflexivo e crítico e em interação com a sociedade - a formação integral de profissionais capazes de contribuir para o desenvolvimento econômico, tecnológico e cultural dessa mesma sociedade. A formação pretende ser científica, tecnológica, humanística, ética, política e social, alinhando-se aos pressupostos da formação CTS. Em termos de filosofia, princípios e valores, a convivência em um mesmo espaço acadêmico de cursos de diferentes níveis e de atividades de pesquisa e extensão compõe a dimensão formadora e ao mesmo tempo distintiva dos profissionais preparados pela instituição: técnicos, tecnólogos, engenheiros, administradores industriais e outros bacharéis, docentes, mestres e doutores (CEFET-RJ, 2010a). Ainda que a atuação do CEFET-RJ desde o nível do médio/técnico até a pós-graduação favoreça o processo de verticalização do ensino e a disseminação da formação CTS, o ambiente acadêmico é caracterizado pela diversidade didático-pedagógica e disciplinar.

Assim, a disseminação deste tipo de formação depende da capacitação do corpo docente, de suas perspectivas pedagógicas e escolhas didáticas, razão pela qual os desafios acabam que por materializar-se no cotidiano das salas de aula (Bazzo, 2011; Ferreira, Souza & Spritzer, 2013; Roehrig & Camargo, 2013; Teixeira, 2003). Segundo Chrispino (2009), a escola deve ser capaz de promover a inserção do jovem na sociedade com chances de modificar o seu padrão de participação na força produtiva e no processo decisório para a reconstrução da sociedade desejada. Ferreira, Souza e Spritzer (2013) acrescentam que a preparação para o mercado de trabalho é apenas um dos componentes da formação superior, que inclui a preparação para o exercício da cidadania. Como sintetiza Auler (2007), trata-se de formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, tornando-os capazes de tomar decisões informadas. Eis porque a formação de docentes e a mudança curricular constituem os principais eixos de ação da formação CTS (Ferreira, Souza & Spritzer, 2013; Santos & Mortimer, 2002; Teixeira, 2003).

No âmbito do CEFET-RJ, a formação CTS tem o seu foco na pós-graduação, com ações de docentes também nos demais níveis de ensino, como se pretende ilustrar neste artigo. Vale assinalar que as atividades de pesquisa na instituição tiveram início em 1986 com a criação do Núcleo de Pesquisa Tecnológica (NPT) que originou, em 1991, o Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação (DPPG) e, em 1992, o Programa de Pós-Graduação em Tecnologia (PPTEC), mestrado acadêmico na área de engenharia de produção, ao qual outros programas se seguiram. Atualmente o PPTEC concentra esforços na área denominada Tecnologia, Gestão e Inovação que visa, por um lado, o aprimoramento tecnológico dos processos construtivos dos sistemas de produção e, por outro, a compreensão dos impactos da adoção de diversas tecnologias na gestão



de operações, conferindo destaque à dimensão da inovação tecnológica como fator estratégico para o desenvolvimento de organizações produtivas.

No PPTEC, a linha de pesquisa que aborda o Desenvolvimento de Tecnologias Integradas a Produtos e Processos contempla abordagens e métodos de natureza quantitativa, a linha de Organização e Gestão da Produção trata de questões relacionadas à ciência da tecnologia e à educação em engenharia e a linha de Gestão da Inovação e Informação tecnológica volta-se para os mecanismos e sistemas de inovação. Dentre os projetos de pesquisa deste programa, destaca-se aquele intitulado Ciência, Tecnologia e Sociedade, que busca investigar as relações entre estas três esferas considerando os processos de construção e apropriação de conhecimentos e seus impactos sobre os sistemas produtivos e a sociedade. Cabe mencionar que as disciplinas Políticas Públicas em C&T e Tecnologia constituem importantes canais para a disseminação do campo CTS nos eixos das políticas públicas e da pesquisa acadêmica.

Paralelamente, o Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE), mestrado e doutorado acadêmicos na área de ensino de ciências e matemática, focaliza o eixo educacional do campo CTS, concentrando esforços na área de Ciência, Tecnologia e Educação, que pretende explorar as interfaces entre estas três esferas, sobretudo nas linhas de pesquisa CTS no Ensino e Formação de Professores em Ciência, Tecnologia e Educação. As outras linhas de pesquisa deste programa são História e Filosofia de C&T no Ensino e Novas Abordagens em Educação e Tecnologia. Vale mencionar ainda o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPECM), mestrado profissional na área de ensino de ciências e matemática que é voltado para o aprimoramento da qualificação de professores dos ensinos médio e fundamental nestas áreas. As linhas de pesquisa deste programa são Novas Tecnologias aplicadas ao Ensino de Matemática e Novas Tecnologias Aplicadas ao Ensino de Física.

A integração da pesquisa e da pós-graduação com os diferentes níveis de ensino se dá primordialmente através dos programas de pós-graduação, dos quais participam docentes e discentes de todos os níveis, bem como dos projetos de pesquisa e grupos de pesquisa (CEFET-2010b). Dentre os grupos com projetos cadastrados no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq destacam-se o de Gestão da Tecnologia - iniciado em 1999, com a linha de pesquisa em Ciência, Tecnologia e Educação, voltada para as questões relacionadas à educação tecnológica de maneira ampla - e o de CTS e Educação - iniciado em 2010, cujas linhas de pesquisa são mais diretamente relacionadas às questões da formação CTS, tais como Abordagem CTS na Educação e Crenças e Atitudes de Professores e Alunos sobre CTS. Em caráter complementar ao PPTEC, em 1998 surgiu o Curso de Graduação em Engenharia de Produção e em 1999 o Departamento de Engenharia de Produção (DEPRO) para conferir identidade e dar suporte ao novo curso em razão da alta demanda, que o transformou naquele com a maior relação de candidatos por vaga, as maiores médias de aprovação no vestibular da instituição e o maior número de alunos inscritos.

O Curso de Graduação em Engenharia de Produção 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. O curso pretende ainda desenvolver nos alunos habilidades como criatividade, capacidade de resolução de problemas, consciência crítica, raciocínio lógico e capacidade de liderança e de expressão oral, gráfica e escrita. Em relação às atitudes e valores, a proposta é fortalecer a ética e a consciência de responsabilidade social. Este curso é o foco da experiência relatada neste artigo e é nesse contexto que a disciplina Introdução à Engenharia ganha relevância, conforme será apresentado a seguir.



3. A FORMAÇÃO CTS NO CEFET-RJ: AVALIAÇÃO DE UMA EXPERIÊNCIA NA GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA

A disciplina Introdução à Engenharia tem como objetivo apresentar aos alunos uma visão geral da engenharia de produção como campo de atuação profissional, de pesquisa e de empreendedorismo. Oferecida no primeiro período letivo do Curso de Engenharia de Produção 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 natureza reflexiva e motivacional. Vale ressaltar que as interfaces existentes com a disciplina Introdução à Administração permitem o desenvolvimento de atividades didáticas interdisciplinares logo no início do curso, possibilitando aos alunos a ampliação de horizontes e a integração de conhecimentos.

A ementa da disciplina engloba os seguintes temas: 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. Esta proposta permite também a exploração das diferenças entre a invenção, que possui caráter técnico, e a inovação, que envolve aspectos técnicos, econômicos e empresariais. A evolução de sua concepção, de um processo linear e simples, para um processo interativo, sistêmico e complexo pode ser explorada, familiarizando os alunos também desde o início do curso com a natureza dos processos inovativos típicos das economias contemporâneas.

O relato a seguir cobre a experiência de adoção do enxerto CTS na disciplina Introdução à Engenharia pela mesma professora durante três semestres consecutivos, com início no segundo semestre de 2011 e término no segundo semestre de 2012. Esta proposta foi introduzida na abordagem dos três primeiros temas da disciplina por meio de diferentes atividades didáticas durante o período considerado, mantendo-se o objetivo de propiciar a contextualização de conteúdos e de contribuir para a formação de engenheiros com perfil reflexivo e crítico. A verificação da aprendizagem foi baseada no somatório das notas obtidas nas várias atividades, de modo a refletir a participação e o envolvimento dos alunos, associadas a uma prova sem consulta. O quadro abaixo exhibe o perfil básico das turmas.

Quadro: Perfil Básico das Turmas

Nº de Turmas	Sexo e Idade	Nº de Alunos
Turma 1	Predominância de alunos do sexo feminino e idade até 20 anos	25
Turma 2	Predominância de alunos do sexo masculino e idade até 20 anos	37
Turma 3	Equilíbrio entre alunos do sexo feminino e masculino e idade predominante até 20 anos	38
3	Equilíbrio entre alunos do sexo feminino (48%) e masculino (52%), idade até 20 anos (83%), entre 21 e 25 anos (12%) e acima de 26 anos (5%)	100

Na primeira turma, considerada experimental, as percepções docentes foram confrontadas com as opiniões dos alunos que responderam anonimamente ao questionário de avaliação da disciplina. Utilizando uma escala de um a cinco, eles atribuíram graus de importância e de satisfação a cada um dos atributos listados e no verso foram encorajados a registrar suas críticas e



sugestões de melhoria da disciplina para os próximos semestres. Este procedimento foi fundamental para a manutenção da experiência nos semestres seguintes, pois 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 enxerto CTS foi utilizado não apresentaram a mesma uniformidade, necessitando de uma base maior de respostas para análise e avaliação. O questionário de avaliação manteve-se o mesmo, tendo sido aplicado nas três turmas ao final de cada semestre, de modo a captar as percepções do total de alunos submetidos à experiência.

Vale mencionar que foram adotadas atividades didáticas específicas em cada turma, tais como: pesquisa de campo/entrevistas com engenheiros de produção atuantes no mercado de trabalho (Turma 1); seminário interdisciplinar sobre a história da engenharia de produção/administração em parceria com a professora da disciplina Introdução à Administração (Turma 2); e visita técnica à Incubadora do CEFET-RJ (Turma 2). Mas nas três turmas, o enxerto CTS foi introduzido por meio das seguintes atividades didáticas: articulação monográfica através de discussões e estudos de caso; seminários participativos envolvendo os estudos de caso, o levantamento das expectativas dos alunos e *brainstormings* sobre temas de natureza geral; e ensaio crítico sob a forma de resenhas de textos de conteúdo CTS. 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.

Na primeira turma, considerando o *ranking* de atributos mais valorizados, em primeiro lugar foram citados os estudos de caso e os seminários deles decorrentes, seguidos pelo levantamento de expectativas e pelas aulas expositivas da professora e em terceiro lugar pelo *brainstorming*. Verificou-se a importância/alta importância e a satisfação/alta satisfação atribuída aos trabalhos em grupos, com destaque para os estudos de caso e seminários. Ainda que a resenha estivesse incluída nesta avaliação por ter sido realizada em grupos, foi a atividade menos valorizada e também a menos satisfatória, possivelmente em razão da dificuldade demonstrada pelos alunos na elaboração de conteúdos críticos, ou mesmo por ter sido considerada por eles muito trabalhosa, dada a extensão do texto analisado. As principais críticas dirigiram-se então à atividade de ensaio crítico/resenha, que foi considerada “manual, cansativa e massante”, embora não tenham sido feitos comentários em relação ao conteúdo do texto que foi objeto da resenha. Dentre as sugestões, a tônica foi a manutenção dos dois estudos de caso, considerados excelentes quase que por unanimidade (Ferreira & Souza, 2012).

Em função dessa avaliação, nas turmas seguintes as discussões e os dois estudos de caso foram mantidos, embora acrescentando a um deles a proposta de que os grupos funcionassem como “empresas de consultoria”. Além das “propostas técnicas” de abordagem e análise do problema, os grupos deveriam oferecer soluções e linhas de ação com base no referencial teórico da disciplina, de modo a justificar a sua abordagem ao caso, o que nem sempre ocorreu. Neste exercício de simulação, a professora representou a “empresa contratante” e selecionou a “empresa de consultoria” vencedora, ou seja, o melhor trabalho, que obteve a nota máxima. As “propostas técnicas” foram entregues na forma escrita e apresentadas pelos “representantes comerciais” das “empresas de consultoria” em seminários, com receptividade excelente nas duas turmas. Vale assinalar que em alguns grupos os alunos se apresentaram em trajes mais formais, demonstrando envolvimento nesta atividade ao experimentarem o papel de “profissionais” em substituição ao papel de “alunos”.

O levantamento de expectativas e o *brainstorming* também foram mantidos nas turmas seguintes por terem sido bem avaliados e por propiciarem a integração dos alunos logo nos primeiros encontros, cumprindo a função motivacional da disciplina. Entretanto, optou-se pela redução do tamanho do texto que foi objeto da resenha e também dos grupos, que passaram a ter

apenas dois participantes ao invés de cinco. Na Turma 1, os textos selecionados foram: o que é ciência? o que é tecnologia? o que é sociedade? (Bazzo, Linsingen & Pereira, 2003). Na Turma 2 foi selecionado do livro dos mesmos autores apenas o texto: o que é tecnologia? As avaliações da atividade foram mais positivas, embora algumas críticas tenham persistido. Por esta razão, optou-se por manter na Turma 3 um texto sobre tecnologia, mas de outro autor, preservando-se o escopo do campo CTS: teorias econômicas da tecnologia (Tigre, 2006).

Por tratar-se de um texto de economia da tecnologia e não de filosofia da tecnologia, como os anteriores, as avaliações foram significativamente melhores, mostrando a preferência dos futuros engenheiros por temas de caráter mais aplicado do que filosófico. Mas as percepções mais positivas das Turmas 2 e 3 também podem ser explicadas pela redução do tamanho dos textos e dos grupos, permitindo aos alunos maior aprofundamento nos trabalhos. Ainda assim, a atividade de ensaio crítico/resenha foi a que apresentou o menor grau de importância quando considerados os alunos das três turmas, como mostra a tabela abaixo, o que merece reflexão. Teixeira (2003) e Bazzo (2011) afirmam que o enfoque no ensino de ciências e engenharia é eminentemente internalista, o que dificulta a abertura dos alunos a perspectivas interdisciplinares. As seguintes transcrições são elucidativas: “texto pouco interessante”; “texto cansativo”; “texto muito grande e pouco objetivo”; “texto muito tedioso”; “o assunto da resenha crítica era bem chato”.

Tabela: Percepções dos Alunos das Turmas 1, 2 e 3 sobre as Atividades Didáticas

Atividades Didáticas	Nada Importante (1) %	Pouco Importante (2) %	Razoavelmente Importante (3) %	Importante (4) %	Muito Importante (5) %	(4) + (5) %
Levantamento de Expectativas	-	2	13	55	30	86
<i>Brainstorming</i>	-	5	17	43	35	78
Aulas Expositivas	-	5	19	54	22	76
Palestras de Convidados	-	3	11	48	38	86
Ensaio Crítico/Resenha	11	26	23	32	8	40
Estudos de Caso/Consultoria	-	2	5	45	48	93
Prova	10	15	21	35	19	54
Conteúdos Abordados	-	1	17	55	27	82
Papel da Disciplina no Curso	-	3	21	47	29	76

Verifica-se que as atividades consideradas mais relevantes pelos alunos foram os estudos de caso (93%), de natureza aplicada, permitindo-lhes a abordagem de fenômenos contemporâneos em seu contexto na vida real, a utilização de múltiplas fontes de evidência e da criatividade. Este critério de preferência pode ter levado à baixa valorização da resenha, que envolveu textos de cunho conceitual, ainda que a criatividade também pudesse ter sido exercida. A possibilidade de vislumbrar soluções para problemas práticos foi fortemente motivadora, especialmente no início do curso, quando as dúvidas e incertezas em relação à carreira escolhida são muitas. Eis alguns depoimentos: “explorar mais os estudos de caso”; “muito bons os estudos de caso”; “legais os trabalhos de estudo de caso e de consultoria”; “a proposta de trabalho da consultoria foi muito boa, agregou muito conhecimento”; “a consultoria foi um trabalho muito interessante e importante para nós”; “devem ser feitos mais trabalhos do tipo consultoria, pois nos permite ter uma noção do real trabalho do engenheiro de produção”; “trabalhos de apresentação são mais estimulantes do que trabalhos escritos”.

A dinâmica das atividades didáticas constitui importante fator motivacional, conforme demonstrado nos estudos de caso e no levantamento de expectativas (86%), que ocorreu nas três turmas logo no primeiro encontro, tanto em relação ao campo profissional, como ao CEFET-RJ e ao curso de engenharia de produção. Esta atividade acompanhou a dinâmica de apresentação



pessoal da professora e dos alunos, sendo seguida pela abordagem do objetivo e dos tópicos da ementa, bem como da metodologia e dos critérios de verificação da aprendizagem e de avaliação da disciplina. O *brainstorming* também foi bem avaliado em todas as turmas (78%), ainda que empregado diferentemente. Na Turma 1, o objetivo foi promover a reflexão e discussão sobre os desafios atuais da engenharia de produção a partir de sua origem e evolução histórica (depois das aulas expositivas), enquanto nas Turmas 2 e 3, o propósito foi promover a reflexão e discussão sobre o que é ser engenheiro e as competências do engenheiro de produção (antes das aulas expositivas). Na opinião de um aluno, “vale ampliar o recurso do *brainstorming*”.

As aulas expositivas também foram consideradas relevantes (76%): “aulas ótimas”; “os conteúdos abordados foram interessantes e esclarecedores”; “as matérias foram bem ministradas”. As palestras de professores convidados, por sua vez, tiveram como objetivo a apresentação de tópicos específicos, interligando-os às suas respectivas disciplinas e interesses de pesquisa, de modo a oferecer aos alunos uma visão dos desdobramentos do curso. Elas foram sugeridas pelo professor anterior da disciplina, que assinalou a boa repercussão desta prática entre os alunos, o que de fato se confirmou (86%): “muito boa a ideia de trazer palestrantes”; “excelentes os estudos de caso e as palestras”; “boas palestras”; “ciclo de palestras importante para entender melhor a jornada dentro do curso”; “palestras interessantes para conhecer o curso”.

À exceção da resenha (40%) e da prova (54%), as demais atividades foram bem avaliadas pela grande maioria dos alunos, significando a opção importante/muito importante em mais de 70% dos casos. Vale ressaltar que o papel da disciplina no curso (76%) e os conteúdos abordados (82%) também foram valorizados pelos alunos, significando que a disciplina atingiu o objetivo de apresentar-lhes uma visão geral da engenharia de produção como campo de atuação profissional, de pesquisa e de empreendedorismo, como ilustram os seguintes depoimentos: “a disciplina é muito importante, pois apresenta a engenharia de produção e introduz o que vamos enfrentar na carreira”; “a disciplina foi bastante esclarecedora em relação ao trabalho e as competências do engenheiro de produção, pois eu tinha muitas dúvidas quanto à escolha da carreira, obrigada”.

A maior parte das atividades didáticas utilizadas foi adequada à natureza motivacional da disciplina, como ilustram as opiniões espontâneas de alguns alunos: “professores motivados também motivam os alunos, continue realizando este ótimo trabalho!”; “a professora motivou a turma, muito bem, continue assim, mas podia ser mais generosa com as notas!”; “foi muito bom se preocupar com a satisfação dos alunos”; “houve compromisso com a turma”. Dentre as sugestões, foram citadas as seguintes: “o trabalho de consultoria poderia ser feito através do curso inteiro, com a formação de um grupo fixo desde o início para o estudo e análise de casos com focos distintos, de modo a formar um Grupo SA, pois assim seria possível fazer análises mais profundas e completas”; “menos trabalhos, ou seja, propor um único trabalho em que os grupos se dividissem segundo as áreas da engenharia de produção e apenas um estudo de caso”.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A formação CTS tem a qualificação de cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados como eixo norteador, constituindo um novo paradigma no ensino das ciências e engenharias ao buscar desenvolver nos alunos o pensamento crítico e a independência intelectual. No campo da engenharia, trata-se de oferecer-lhes uma formação mais humanística, propiciando-lhes maior sensibilidade crítica em relação às questões sociais e ambientais relacionadas ao desenvolvimento científico-tecnológico. Trata-se de integrar a educação científica, tecnológica e social, agregando aos conhecimentos ministrados novas habilidades, atitudes e valores. Os professores passam a atuar como condutores de reflexões, mediadores de debates e organizadores de trabalhos, promovendo estratégias de aprendizagem ativa.



A avaliação da experiência mostrou que o enxerto CTS foi uma opção adequada na disciplina Introdução à Engenharia, tanto em razão de sua natureza reflexiva e motivacional, como do caráter abrangente do seu conteúdo. Assim, 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, com ênfase no contexto brasileiro. Foi possível também explorar o domínio conexo entre os campos da engenharia de produção, da economia e da administração. Cabe destacar também a facilidade de implementação, pois esta modalidade de formação CTS não implicou em alterações na sequência de conteúdos e tampouco na estrutura da disciplina.

Em termos de atividades didáticas, foram adotadas a articulação monográfica através de discussões e estudos de caso, os seminários participativos envolvendo os estudos de caso, o levantamento de expectativas e o *brainstorming*, além do 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. Os estudos de caso são especialmente adequados a esta modalidade por favorecerem a argumentação a partir de controvérsias, o debate e a participação, rompendo com a rotina do trabalho cotidiano em sala de aula, o que de fato se confirmou nesta experiência, tendo sido muito bem sucedidos ao atingirem o mais alto grau de importância na percepção dos alunos.

Ainda que a resenha não tenha obtido o mesmo sucesso na opinião dos alunos, a maior parte das atividades didáticas utilizadas foi adequada, sobretudo à natureza motivacional da disciplina, mostrando-se uma proposta interessante e útil no ensino de engenharia de produção, pois a necessidade de levar em conta sistemas humanos e conhecimentos das ciências sociais aumenta significativamente a complexidade dos seus problemas e impõe a necessidade de tratá-los segundo uma perspectiva ampla, sistêmica e interdisciplinar. A formação CTS representa exatamente esta perspectiva. É grande o espaço de possibilidades a serem exploradas neste campo, seja por meio do enxerto em determinadas disciplinas, a exemplo da que foi apresentada neste artigo, seja por meio da criação de disciplinas específicas com enfoque CTS, ou ainda por meio da criação de ações pedagógicas transversais entre as disciplinas e de projetos pedagógicos CTS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

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

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V. & LINSINGEN, I. **Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia**. 2. ed. Florianópolis : UFSC, 2008.



CACHAPUZ, A.; PAIXÃO, F.; LOPES, J. B. & GUERRA, C. Do Estado da arte da pesquisa em educação em ciências: linhas de pesquisa e o caso “Ciência-Tecnologia-Sociedade”. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.1, pp. 27-49, 2008.

CEFET-RJ. **Instituição/Histórico/Estatuto**. Disponível em: <portal.cefet-rj.br>. Acesso em: 18 mai. 2013.

CEFET-RJ. **Plano de Desenvolvimento Institucional 2010-2014 (PDI)**. Rio de Janeiro : CEFET-RJ, 2010a.

CEFET-RJ. **Projeto Pedagógico-Institucional (PPI 2010)**. Rio de Janeiro : CEFET-RJ, 2010b.

CHRISPINO, A. **Os cenários futuros para a educação**. Rio de Janeiro : Editora FGV, 2009.

DEPRO. **Institucional/Estrutura do Curso**. Disponível em: <http://depro.cefet-rj.br>. Acesso em: 18 mai. 2013.

DIAS, R. B.; SERAFIM, M. P. Educação CTS: uma proposta para a formação de cientistas e engenheiros. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, 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 no ensino de engenharia: um estudo de caso no CEFET-RJ. **Anais: XL - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia** : Belém, PA, 2012.

FERREIRA, M. L. A.; SOUZA, C. G. & SPRITZER, I. M. P. A. A educação em engenharia e os perfis de formação CTS no Brasil. **Anais: XLI - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Gramado : UFRGS, 2013.

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**, v. 1, número especial, pp. 1-19, 2007.

MANSOUR, N. Science-Technology-Society (STS): a new paradigm in science education. **Bulletin of Science Technology & Society**, v. 29, n. 4, pp. 287-297, 2009.

OSORIO, C. M. La educación científica y tecnológica desde el enfoque em ciência, tecnologia y sociedad: aproximaciones y experiências para la educación secundaria. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 28, enero-abril, 2002.



PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C.; GEHLEN, S. T.; MEZALIRA, S. M. & SCHEID, N. M. J. Enfoque CTS na pesquisa em educação em ciências: extensão e disseminação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 3, pp. 1-21, 2009.

PRAIA, J. & CACHAPUZ, A. Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad**, v. 2, n. 6, pp. 173-194, 2005.

PREMEBIDA, A.; NEVES, F. M. & ALMEIDA, J. Estudos sociais em ciência e tecnologia e suas distintas abordagens. **Sociologias**, ano 13, n. 26, pp. 22-42, 2011.

PRINCE, M. J. Does active learning work? A review of the research. **Journal of Engineering Education**, v. 93, n. 3, pp. 223-231, 2004.

PRINCE, M. J. & FELDER, R. M. Inductive teaching and learning methods: definitions, comparisons, and research bases. **Journal of Engineering Education**, v. 95, n. 2, pp. 123-138, 2006.

ROEHRIG, S. A. G. & CAMARGO, S. A educação com enfoque CTS no quadro das tendências de pesquisa em ensino de ciências: algumas reflexões sobre o contexto brasileiro atual. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, pp. 117-131, 2013.

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**, v. 2, n. 1, pp. 1-23, 2002.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

TIGRE, P. B. **Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

STS EDUCATION AT CEFET-RJ: EVALUATION OF THE CONTEXT AND OF AN EXPERIENCE IN THE ENGINEERING GRADUATION

Abstract: *This article aims to present an evaluation of STS Education within the Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ) using as descriptive research methodology. In the first section, the theme of STS Education in sciences and engineering is based on bibliographical research and in the second section it is discussed in the institutional context with the support of documentary research. In the third section is presented the evaluation experience of STS approach in discipline of Introduction to Engineering in the Production Engineering Course in the period of August 2011 to December 2012. This evaluation takes into account the perceptions of teachers and students through participant observation and through a survey with 100 students. The evaluation of the experience showed that the STS approach was a suitable option in terms of the nature of the discipline, motivational and reflective, and of the comprehensive character of its content and ease of implementation, with emphasis on the case studies and seminars, which were considered the more important educational activities according to 93 percent of the students surveyed.*

Key-words: *STS Movement; STS Education; STS Approach; Introduction to Engineering; Production Engineering.*