

Uma proposta de atividade sócio técnica para o ensino de engenharia

Jurandyr C. N. Lacerda Neto - jurandyrl@gmail.com

Instituto Federal de São Paulo (IFSP) e Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB)

Avenida Professor Roberto Frade Monte nº 389

CEP: 14.783-226- Barretos - SP

Vágner Ricardo A. Pereira - vagnerap2@gmail.com

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar – Doutorado PPGCTS) e Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB)

Avenida Professor Roberto Frade Monte nº 389

CEP: 14.783-226- Barretos - SP

Rodrigo Borges Polastrini - borgespolastrini@bol.com.br

Gilberto Batista Polastrini - gilbertopolastrini@terra.com.br

Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB)

Avenida Professor Roberto Frade Monte nº 389

CEP: 14.783-226- Barretos - SP

Resumo *O modelo de desenvolvimento da sociedade atual tem trazido inúmeros problemas para a vida de grande número de habitantes do planeta. Contradições se estabelecem entre a necessidade de desenvolver e, ao mesmo tempo, preservar os recursos que sustentam o atual modelo de desenvolvimento. Tal problema nos remete a mudanças na formação de profissionais da área científica e tecnológica, a fim de proporcionar um entendimento crítico do desenvolvimento tecnológico e de suas decorrências. Quando buscamos caminhos para se realizar estes objetivos em sala de aula, encontramos uma experiência interessante no estudo de controvérsias sócio técnicas, baseada na abordagem teórica e metodológica conhecida como a teoria ator rede. Neste artigo, procuramos propor um conjunto de atividades com controvérsia sócio técnica que podem contribuir na formação de Engenheiros mais críticos sobre a nossa realidade.*

Palavras-chave: *Ator Rede, CTS, Ensino de Engenharia*

1. INTRODUÇÃO

A discussão sobre a crise socioambiental tornou-se imprescindível, diante das inegáveis evidências de que a situação do mundo requisita ações emergenciais, não só pela vulnerabilidade ante os impactos ambientais crescentes, mas também pela exclusão social.

Basta um breve olhar para os caminhos percorridos pelos seres humanos nas últimas décadas para se concluir que, ao mesmo tempo em que o avanço do conhecimento e do desenvolvimento tecnológico contribuiu de forma significativa para a melhoria das condições e da elevação da expectativa de vida, contraditoriamente gerou, também, crescentes problemas e riscos que acabam por comprometer o bem estar, conseguido às custas dos mesmos avanços (CARLETTO, 2009).

No eixo das contradições que se estabelecem entre a necessidade de desenvolver e, ao mesmo tempo, preservar os recursos que sustentam o atual modelo de desenvolvimento, encontram-se condicionantes culturais, sociais, políticos e econômicos, que vêm direcionando os rumos da ciência, da tecnologia e tratando a problemática ambiental de forma insuficiente (CARLETTO,

2009).

Baseado nos informes Limites do Crescimento (1972), SANMARTÍN (1993) explica que a economia industrial cresce, teoricamente, “exponencialmente”, e isso significa que entidades a ela relacionadas podem crescer do mesmo modo. Ou seja, o crescimento exponencial do capital industrial traz consigo o crescimento exponencial de recursos energéticos e materiais usados e da contaminação causada. Assim, o crescimento exponencial possui um perfil que faz com que seu impacto seja dificilmente percebido, a não ser quando já resta pouco tempo para contê-lo. O crescimento exponencial, somado à falta de atenção, pode propiciar que se siga em frente inadvertidamente, sem que se percebam as graves consequências que pode acarretar. Isso, em parte, justifica a inoperância em se tomar ações corretivas e preventivas para reverter o processo de degradação ambiental e humana.

É assim que os crescentes conflitos sociais e as repercussões socioambientais se refletem na crise ambiental instalada e requisitam maior compreensão sobre a relação mútua entre ciência, tecnologia e sociedade, além da necessidade de gestionar de forma mais eficaz o desenvolvimento de novos produtos, sistemas ou serviços. Os problemas ambientais são mais sociopolíticos do que puramente técnico ou científicos, o que significa que as soluções não podem basear-se exclusivamente em mudanças tecnológicas ou procedimentos científicos. As respostas aos problemas estabelecidos pelo desenvolvimento tecnológico deverão passar pela forma com que se desenvolve a tecnologia (CARLETTI, 2009).

O mito da neutralidade da Ciência é transferido em parte para a engenharia, no momento em que a formação do engenheiro o induz a acreditar que haja e que ele possa prover uma solução puramente técnica para a construção de um artefato (bem ou serviço) que lhe seja solicitado. Assim, ensina-se aos estudantes de Engenharia, explícita ou implicitamente, que ao profissional cabe cuidar da parte “técnica” do artefato tecnológico. Estabelece-se uma divisão entre o “técnico” e o “social” ou “político” e cabe ao engenheiro tratar daquela parte que se pretende, independente das condições sociais locais e que, por isso, como que paira acima, ou, pelo menos, separada delas. No entanto, de modo geral, qualquer projeto de Engenharia envolve tomar decisões. E qualquer decisão privilegia uns e desfavorece outros. Não se pode escapar disso.

Tornou-se necessário imprimir, na educação em engenharia, conhecimento técnico e competências que estimulem o processo de inovação, mas com o entendimento da ciência e da tecnologia como fenômenos humanos produzidos em um contexto social. Uma vez que engenheiros e tecnólogos serão responsáveis pela prática do desenho e execução de projetos técnicos, devemos educá-los para que sejam conscientes das práticas e valores “não técnicos” que se incorporam e transmitem em seu exercício profissional, assim como estarem preparados para reconhecer os riscos e as consequências das aplicações da tecnologia.

Apesar disso, as práticas em engenharia normalmente desenvolvem-se no sentido de resolver problemas e desenvolver produtos que se materializem em soluções para necessidades criadas numa perspectiva técnica e mercadológica com forte apelo ao consumo massivo. Na opinião de ACEVEDO (2001), essa realidade resulta do enfoque destinado, preferentemente, a formar tecnicamente para a indústria.

No entanto, em função dos avanços da mudança climática global e das pressões sociais a favor da equidade social, os cenários que se desenham estão requisitando um modelo de ensino menos reducionista, a fim de proporcionar um entendimento crítico do desenvolvimento tecnológico e de suas decorrências.

De acordo com LINSINGEN (2007), os problemas que envolvem as interações da ciência e da tecnologia com a sociedade são bastante significativos para as reflexões pedagógicas da educação científica e tecnológica, na medida em que possibilita a emergência de questões relacionadas às interações dos campos disciplinares da tecnociência com o seu entorno sociocultural, notadamente ausentes na formação profissional, sendo conveniente que as instituições universitárias se atenham a considerar seriamente a inclusão da perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), em todas as áreas de formação profissional, especialmente as técnicas.

O questionamento sobre quais aspectos do conhecimento da tecnologia devem ser contemplados na Educação em Engenharia remete a FOUREZ (2003), quando sugere um enfoque que dê condições aos alunos de analisar os efeitos organizacionais de uma tecnologia e isso implica considerações sociais, econômicas e culturais que vão muito além de uma aplicação das ciências. Segundo o autor, é a compreensão da implicação do social e, acrescente-se também, do ambiental na construção das tecnologias que possibilita um estudo crítico das mesmas.

Para SOUSA E GOMES (2011), o atual estágio de desenvolvimento tecnológico afetou a atuação profissional dos engenheiros, que deixaram de possuir um saber amplo e passaram a dominar apenas parcelas dos processos produtivos. Essa mudança exige um aperfeiçoamento humanístico para torná-los integradores de saberes, pois eles já não detêm um saber único capaz de elaborar os complexos equipamentos hoje existentes. No entanto, a mudança na formação profissional não se resume em fazer do engenheiro apenas o integrador de soluções, mas torná-lo capaz de compreender as demandas da sociedade e integrar soluções que estejam de acordo com valores humanisticamente elevados. Esses valores seriam desenvolvidos por meio de uma mudança nas disciplinas presentes nos cursos de engenharia.

LÓPEZ CERREZO; VALENTI (2005) indicam que o próprio processo ensino-aprendizagem em educação tecnológica deve realizar mudanças metodológicas, didáticas e atitudinais de forma que a participação e a inovação sejam levadas à sala de aula. O objetivo é estimular no educando um sentido crítico que, sobre a base de um conhecimento sólido, motive-o e o capacite para implicar-se ativamente como cidadão e como profissional nos assuntos relacionados com a tecnologia.

Daí emerge o campo de estudo CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), como subsídio para um entendimento mais crítico das principais questões que têm levado às implicações atuais da ciência e da tecnologia. Cabe lembrar que, dentre os objetivos da educação científica e tecnológica no marco CTS, encontra-se a contribuição para desmistificar a ciência e a tecnologia, ao tratar de suas relações mútuas com a sociedade e suas inovações tecnológicas (ACEVEDO, J., 2011); para evidenciar o papel das decisões humanas na gestão da tecnologia e sobre a possibilidade de influir no desenvolvimento tecnológico de forma consciente (TODT, 2002).

No âmbito do ensino superior, os programas CTS oferecem um grau específico ou complemento curricular tanto para estudantes da área tecnológica como para estudantes das ciências naturais. No caso das engenharias, a ideia é proporcionar uma formação humanística básica com o objetivo de desenvolver nos estudantes uma sensibilidade crítica acerca dos impactos sociais e ambientais derivados dos projetos e soluções técnico-científicas.

Importa, portanto, oferecer aos futuros engenheiros condições metodológicas para realizar uma aprendizagem significativa, para que possam compreender a complexidade do ambiente, ao mesmo tempo em que avaliam a tecnologia de forma sistêmica, e assim identificar seus limites e poderes.

A sociedade moderna, fortemente influenciada pelo desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia, impõe profundas transformações às atividades escolares. Essa sociedade cada vez mais informatizada e interconectada requer aprendizagens com maior nível de autonomia, flexibilidade e autorregulação, devendo estar presentes nos materiais instrucionais as metas educacionais que preparem os futuros cidadãos para enfrentarem as implicações sociais e éticas que o impacto tecnológico envolve e os capacite para a tomada de decisões fundamentadas e responsáveis (CABOT, 2012).

A literatura cita três tipos de metodologias, apresentadas por BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA (2003, p.148) como experiências empregadas mais conhecidas:

1- Enxerto CTS. Trata-se de introduzir, nas disciplinas de ciências, nos currículos, temas CTS, especialmente relacionados com aspectos que levem os estudantes a serem mais conscientes das implicações da ciência e da tecnologia.

2- Ciência e tecnologia através de CTS. Ensina-se mediante a estruturação dos conteúdos das disciplinas de cunho científico e tecnológico, a partir de CTS ou com orientação CTS. Essa

estruturação pode ser levada a cabo tanto por disciplinas isoladas como através de cursos multidisciplinares, inclusive por linhas de projetos pedagógicos interdisciplinares.

3- CTS puro. Significa ensinar CTS onde o conteúdo científico passa a ter um papel subordinado. Em alguns casos, o conteúdo científico é incluído para enriquecer a explicação dos conteúdos CTS em sentido estrito; em outros, as referências aos temas científicos ou tecnológicos são apenas mencionadas, porém, não são explicadas.

Como o interesse deste estudo está focado nas possibilidades das metodologias CTS abrirem espaço para a abordagem da ANT (teoria ator rede, actor network theory em inglês) nos cursos de engenharia, enfatiza-se a adequação do enxerto CTS, pela possibilidade de levar a reflexões mais amplas sobre os objetos e processos técnicos em sua inserção social, a partir de problemas técnico-científicos relevantes.

O enxerto CTS oportuniza o estudo de casos fictícios ou reais, que determinam o desenvolvimento de controvérsias CTS.

Educar numa perspectiva CTS é, fundamentalmente, possibilitar uma formação para maior inserção social das pessoas no sentido de se tornarem aptas a participar dos processos de tomadas de decisão conscientes e negociadas em assuntos que envolvam ciência e tecnologia. A renovação educativa proposta por essa perspectiva pode ser favorecida por uma mudança de olhar através da qual o ensino de ciências e tecnologia deixa de ser focado em conteúdos distantes e fragmentados, baseados em conhecimentos científicos supostamente neutros e autônomos, e passa a ser focado em situações vividas pelos alunos em seus contextos cotidianos. Assim, busca-se estabelecer relações de compromisso entre o conhecimento tecnocientífico e a formação para o exercício de uma cidadania responsável, visando à máxima participação democrática, o que implica criar condições para um ensino de ciências contextualizado, social e ambientalmente referenciado e comprometido (LINSINGEN, 2007).

Os conteúdos que podem ser considerados como pertencentes aos estudos de CTS para o ensino técnico-científico requerem perspectivas e metodologias inovadoras. Uma delas é baseada no estudo de controvérsias sociotécnicas. Essa iniciativa é baseada na abordagem teórica e metodológica conhecida como a teoria ator-rede (ANT).

Nas situações de controvérsias sociotécnicas, temos condições privilegiadas para descobrir a fabricação das realidades científicas e tecnológicas que, uma vez estabelecidas, são consideradas "verdadeiras" ou "fatos científicos", ou o resultado lógico do desenvolvimento tecnológico. Eles são, portanto, um elemento básico no campo CTS para remover o que podem ser consideradas posições positivistas, deterministas sobre o desenvolvimento científico e tecnológico (SCHLIERF, 2011).

Nesse sentido, ressalta-se que o que se procura não é tanto uma situação de controvérsia no sentido usual da palavra, mas sim um debate que tem como objeto um conhecimento técnico ou científico que não está ainda assegurado. Eles, portanto, procuraram situações em que as incertezas sociais, políticas e morais não são reduzidas, mas amplificadas pela técnica e pela ciência (CHINCHILLA; MUNIESA, 2004). Portanto, visa a treinar estudantes para dar conta dessas incertezas, ao invés de informar ou ilustrar aspectos sociais inerentes às atividades e produtos científicos e tecnológicos. Poderíamos dizer que, em comparação com os três objetivos da educação CTS propostos por MARTIN GORDILLO; OSÓRIO(2003) - orientação nas relações entre ciência, tecnologia e sociedade (saber), como escolher entre os caminhos diferentes que são fornecidos (conduzir), e tornar-se agentes ativos nestes relacionamentos (parte) - a metodologia colocaria um objetivo adicional: aprender a apreciar as dificuldades inerentes desses três objetivos, de aprender e desenvolver habilidades para tomar essas dificuldades em conta quando se defrontar com disputas de vários tipos.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma atividade de controvérsia sóciotécnica levando em consideração as realidades das salas de aula dos cursos de engenharia no Brasil e que abordasse um problema da realidade atual do país.

Mas para isso, antes iremos expor algumas ideias da teoria ator-rede.

2. A TEORIA ATOR-REDE

No campo dos estudos da ciência e tecnologia (ECT), a teoria ator-rede (TAR), também conhecida como sociologia da translação, apresenta-se como uma alternativa às abordagens que focam somente o papel desempenhado pelos humanos ou pelos artefatos, ao analisarem as mudanças e o desenvolvimento tecnológico.

Nessa concepção, as entidades adquirem seus atributos como consequência dos relacionamentos com outras entidades (LAW, 1994, 1999a, 1999b).

Uma vez que as entidades existem em redes de relações (LAW, 1992), os atores e as redes não podem ser concebidos de maneira separada.

Na visão da TAR, os elementos componentes de uma organização são efeitos gerados em múltiplas interações; não algo dado na ordem das coisas. Analisá-las por meio da TAR é uma forma de tentar compreender por quais meios um sistema difuso e complexo, composto por humanos e não-humanos, torna-se uma rede (BLOOMFIELD; VURDUBAKIS, 1999).

A ANT tem utilizado também as noções de móveis imutáveis e de ação à distância para discutir o processo de ordenamento. Móveis imutáveis são formas que possuem a capacidade de “fixar” o conhecimento e permitir que este seja disseminado além do seu ponto de origem (HETHERINGTON, 1997). Os móveis imutáveis tendem a surgir por meio de um longo processo de tradução das informações de interesse (e.g. posição no oceano, tamanho e formato de um território, comportamento de um vírus etc.) em algo imutável e móvel (e.g. mapas, coordenadas espaciais, gráficos etc.), que são os objetos que podem se transportados enquanto mantêm seu formato (LATOURE, 1987, p.227). Para LAW (1986), a possibilidade de agir a distância se sustenta no alinhamento de documentos, planos, mapas etc. Ao analisar o processo de ordenação, a ANT desenvolveu a ideia de translação. Esse conceito refere-se “ao trabalho pelo qual os atores modificam, deslocam e transladam seus variados e contraditórios interesses” (LATOURE, 1999b, p.311), na tentativa de torná-los comuns (CALLON, 1986; CALLON; LATOURE, 1981; LAW, 1999a, p.101). De acordo com CALLON (1986), a translação é composta por quatro diferentes momentos: problematização, interesse, envolvimento e a mobilização de aliados e estabelecimento de um representante de todos os atores envolvidos numa dada rede-de-atores.

Esta posição específica teórica e metodológica marca os objetivos educacionais de temas para o estudo de controvérsias.

3. ATIVIDADES DE SALA DE AULA

Levando em consideração os nortes teóricos apresentados, procuramos um tema de controvérsia sócio-técnica para elaborarmos uma atividade de ensino para estudantes de engenharia.

Escolhemos a construção da usina de Belo-Monte como tema, por se tratar de um tema atual, controverso, com conflito de diferentes atores que estabelecem relações de cooperação ou confronto dentro de uma rede de relações. É um tema atual, está na ordem do dia, pois envolve o aumento da geração de energia elétrica, considerado estratégico para o desenvolvimento nacional. Por outro lado, modifica o meio ambiente em grande escala, desaloja comunidades indígenas e ribeirinhas e tem recebido fortes críticas de grupos ambientalistas, dentro e fora do Brasil.

O estudo da problemática da construção de Belo-Monte deve passar pelo crivo de conhecimento técnico e científico. Na medida em que queremos ter um debate qualificado sobre o tema, precisamos nos aprofundar nas questões técnicas de construção de uma obra deste porte, das implicações ambientais dos impactos causados, do custo de geração da energia elétrica a ser produzida, assim como de seu transporte para os grandes centros consumidores do país. Mas também devemos levar em consideração os aspectos políticos e sociais, a briga de poder traçada

por um governo que busca reconhecimento, de produtores e empresários envolvidos em ganhos diretos e indiretos na construção com membros de comunidades que historicamente sobrevivem naquela região. A controvérsia a respeito de se essa construção seria a forma mais eficiente de atender às demandas de um país em desenvolvimento, da discussão do respeito àqueles que já estão ali versus o interesse do desenvolvimento nacional, são apenas alguns aspectos de uma discussão que já ganhou alguns momentos radicais como embates físicos, ameaças e muita ação judicial.

Propomos que os alunos levistem os elementos dessa rede e como se estabelecem os vínculos de relações entre eles. Como o conhecimento técnico e científico, os móveis imutáveis são trasladados e modificados pelos atores em conformidade com seus interesses e na construção de seus argumentos.

Para motivar os alunos a expressarem suas ideias, propomos introduzir o assunto apresentando dois vídeos disponíveis na internet. Um deles, proveniente de movimento denominado movimento gota d'água, é apresentado por atores conhecidos do público de TV e se posiciona contra a construção da usina¹. Em seguida foi exibido um vídeo, também obtido na internet, contra argumentando o vídeo anterior e defendendo a construção da usina². A ideia desses vídeos era introduzir o tema com sua controvérsia.

Logo após a exibição do vídeo, foi apresentado o seguinte problema, a ser respondido individualmente:

“Com a necessidade de novas fontes para gerar energia elétrica, qual a sua opinião sobre a construção da usina de Belo Monte? Justifique com suas palavras”.

A proposta é que os alunos pudessem expressar suas ideias, valores e preconceitos livremente. Concordamos com ZABALA (2002) quando afirma que todo processo educativo deve começar com as concepções que os alunos já possuem sobre o assunto, pois somente notando as limitações de suas próprias ideias os alunos se engajam num verdadeiro processo de aprendizado.

Mostrar as limitações de um argumento pode ser uma tarefa complicada, principalmente quando se trata de temas controversos e que envolvem valores e ideologias. Não raras vezes, as concepções tendem a ser resistentes a mudanças e o assunto ganha componentes emocionais que impedem o avanço da discussão e do aprendizado.

Acreditamos que, neste momento, deva ser evitada a manifestação do professor, pois este, tendo a posição de autoridade dentro da sala de aula, tende a encerrar as manifestações por parte dos alunos, sem que nenhuma modificação nas pré-concepções ou mesmo um aprofundamento do tema.

Pedimos, então, para que os alunos se reunissem em grupo de três e procurassem um consenso entre suas respostas. A ideia é que, discutindo entre os pares, os mesmos se sintam mais livres para se expressarem. É importante notar que o debate que se busca não visa a encerrar o assunto, muito menos induzir uma resposta. Mas, antes disso, procurar, através do debate, a necessidade de argumentar e ouvir outros pontos de vista, os alunos percebiam a superficialidade de suas concepções e a necessidade de aprofundamento no assunto.

Seguindo a mesma linha, propomos abrir o debate para toda a sala, pedindo para que os grupos mostrem a sua resposta e solicitando que a sala tentasse chegar a um consenso. O professor atua na discussão apenas como um mediador do debate, sem expressar a sua opinião, mas interrogando em alguns momentos sobre determinada informação, anotando e propondo perguntas para investigação. Ao final do debate, imaginamos que nenhum consenso mais cristalizado tenha sido construído, mas sim um escopo de perguntas a serem respondidas, buscando um aprofundamento do assunto. Evidentemente, nem todas podem ser respondidas no tempo e espaço pedagógico do curso, então selecionar aquelas que serão pesquisadas deve ser o próximo passo do trabalho.

Embora essa seleção deva ser feita por todo o grupo, assim como também as ações que serão feitas para respondê-las, neste momento, propomos que o professor tenha uma participação mais

1 <http://www.youtube.com/watch?v=TWwwfL66MPs>. Acessado em Junho/2012.

2 <http://www.youtube.com/watch?v=ghbpxHmvHlc>. Acessado em Junho/2012.

incisiva, pois a partir deste programa de investigação serão desenvolvidos os conteúdos propostos.

Cremos que, neste momento, o professor já deva ter em mente algumas questões a serem desenvolvidas. Visando aprofundar o tema, propomos algumas questões, conjuntamente com as ações que os alunos devem executar para respondê-las, conforme mostrado no quadro 1.

Quadro 1 - Questões com suas respectivas ações.

Questões	Ações
1) como funciona uma hidroelétrica?	1.1) visitar uma hidroelétrica para estudar seus aspectos técnicos
	1.2) pesquisar em sites e livros como se gera energia elétrica numa hidroelétrica
2) quais os impactos sociais causados pela construção da usina?	2.1) entrevistar moradores do entorno da usina visitada
	2.2) buscar opiniões publicadas dos moradores sobre a construção de Belo Monte.
	2.3) pesquisar opiniões das ongs
	2.4) entrevistar um antropólogo sobre o tema
	2.5) pesquisar relatórios de impacto social do Inbra e da Funai
	2.6) pesquisar notícias na mídia internacional
	2.7) pesquisar relatórios e justificativas governamentais sobre a construção.
3) quais os impactos ambientais causados pela construção da usina?	3.1) pesquisar relatório do Ibama
	3.2) entrevistar um biólogo
	3.3) pesquisar opiniões das ongs
	3.4) entrevistar moradores do entorno da usina visitada
	3.5) pesquisar reportagens sobre o impacto ambiental da construção de Belo Monte
	3.6) pesquisar notícias na mídia internacional
	3.7) pesquisar relatórios e justificativas governamentais sobre a construção.
4) quais os aspectos jurídicos envolvidos na construção de Belo Monte?	4.1) pesquisar o processo de licitação da construção da usina
	4.2) pesquisar processos contra a construção da usina presentes na justiça.
5) como foi o debate político em torno da aprovação da construção da usina?	5.1) buscar informações do trâmite do projeto no congresso nacional.
	5.2) levantar os relatórios das comissões do congresso nacional.
6) quais os aspectos econômicos envolvidos na	6.1) levantar o estudo de viabilidade econômica do projeto.

contrução da usina?	6.2) levantar o impacto econômico da construção da usina na economia local.
---------------------	---

Como essas questões e as respectivas ações devem ser discutidas por todo o grupo, podem sofrer mudanças.

Propomos que as tarefas sejam divididas entre os grupos, no qual cada um destes deve ficar responsável por tarefas de diferentes naturezas.

Todo material pesquisado deve ser digitalizado e apresentado pelos grupos para o conhecimento de toda a turma.

Cada grupo deve montar um relatório no qual deve responder todas as perguntas e abordar todos os aspectos envolvidos.

Ao final, promoveremos um debate, no qual um grupo deve defender a construção da usina e outro defender a posição contrária. Os demais alunos devem fazer grupos representando os diferentes atores da sociedade, relevantes ao problema.

4. CONCLUSÕES PRELIMINARES

É urgente que os cursos de engenharia ensinem os alunos a abordarem questões controversas analisando fatores que vão além do técnico. Porém, a introdução pura e simples de tópicos CTS de forma expositiva pode não chegar a esse intento, pois não ensina ao aluno como abordar as contravérsias presentes em temas desse tipo.

Acreditamos que a introdução de atividades de análise de temas controversos, como exposto neste artigo, possa contribuir para que os alunos adquiram habilidades de análise e pesquisa, além do conhecimento de aspectos técnicos, maior compreensão sobre a natureza da ciência e da tecnologia, do processo científico-tecnológico e de sua repercussão no meio social, político, econômico e ambiental e, ainda, como os fatores externos podem influenciar nas decisões sobre o desenvolvimento científico e tecnológico.

Neste momento, estamos terminando a análise de um projeto piloto que se mostrou bem sucedido em promover essa discussão numa turma de segundo ano de engenharia de uma instituição privada do interior do estado de São Paulo.

Após a conclusão dessa etapa, pretendemos aplicar novamente as atividades, analisando os dados com maior nível de detalhamento. Em breve, esperamos publicar os resultados deste trabalho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO DÍAZ, J. A. **Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias através de CTS**. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/acevedo2.htm>> Acesso em 10 set. 2011.

ACEVEDO, J. A. Educación tecnológica desde una perspectiva CTS: una breve revisión del tema. **Sala de Lecturas CTS+I de la OEI**. 2001. Disponível em: <<http://www.campusoei.org/salactsi/acevedo.htm>>. Acesso em: 5 mai. 2012.

ALCADIPANI, R.; TURETA, C. Teoria ator-rede e estudos críticos em administração: possibilidades de um diálogo. **Cadernos Ebape. Br, Florianópolis**, v. 7, n. 3, p.406-418, set. 2009. Disponível em: <www.ebape.fgv.br/cadernosebape>. Acesso em: 13 mar. 2012.

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da Educação Tecnológica**. 2a. Edição. Editora da UFSC. Florianópolis. 2010. 287p.

BLOOMFIELD, B. P.; VURDUBAKIS, T. The outer limits: monsters, actor networks and the writing of displacement. **Organization**, v.6, n.4, 1999.

CABOT, ESPERANZA. A. Una alternativa didáctica para el perfeccionamiento del proceso de Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias. **Revista Iberoamericana de Educacion**. No. 58, pp. 81-97. 2012. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/rie58a04.pdf>>. Acesso em 24/04/2012.

CARLETTO, M. R. **Avaliação de impacto tecnológico: alternativas e desafios para a educação crítica em engenharia**. 2009. Tese (Doutorado em PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Florianópolis.

CALLON, M. Some elements of a sociology of translation - domestication of the scallops and the fishermen of St-Brieuc Bay. In: **LAW, J. Power, action and belief: a new sociology of knowledge?** London, Routledge, 1986.

FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanzade las ciencias**. Colihue, Buenos Aires, 1997.

HETHERINGTON, K. 'Museum Topology and the Will To Connect'. **Journal of Material Culture**, 2(2): 199-218, 1997.

LINSINGEN, I. V. **Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina**. Ciência e Cultura, Vol. 1, Nov. 2007.

MELMAN, S. **Depois do Capitalismo: do gerenciamento à democracia no ambiente detrabalho: história e perspectiva**. São Paulo: Futura, 2002.

LATOUR, B. Science in action: how to follow scientists and engineers through society. **Milton Keynes: Open University Press**, 1987.

LATOUR, B. On recalling ANT. In: LAW, J; HASSARD, J. **Actor network theory and after**. Oxford: Blackwell Publishers & The Sociological Review, 1999a.

LATOUR, B. **Pandora's hope: essays on the reality of science studies**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1999b.

LATOUR, B. **A esperança de Pandora**. Bauru. EDUSC, 2001.

LATOUR, B. **The promisses of contrutivism**.2002a Diponivel na internet via <http://www.ensmp.fr/~latour/articles/article/087.html>. Acesso em 3/3/2012.

LATOUR, B. **Reflexão sobre o culto moderno dos deuses fe(i)tiches**. Bauru. EDUSC, 2002b.

LATOUR, B.(2002-c) **A Dialog on ANT**. Disponível na Internet via www.ensmp.fr/~latour/articles/article/090.html. Acesso em 03/03/2012.

LAW, J. On the methods of long distance control: vessels, navigation and the Portuguese rout to India. In: LAW, J. Power, action and believe: a new sociology of knowledge? **Sociological Review Monograph** n.32. Henley: Routledge and Kegan Paul, 1986.

LAW, J.. **Notes on the theory of the actor-networking: ordering, strategy and heterogeneity**. **Systems Practice**, v.5, n.3, 1992.

LAW, J.. **Organizing modernity**. Oxford, UK: Blackwell, 1994.

LAW, J. After ANT: complexity, naming and topology. In: LAW, J.; HASSARD, J. (Ed.). **Actor-network theory and after**. Oxford: Blackwell Publishers, 1999.

LAW, J. **Objects, spaces and others**. 2000. Recuperado em 06 de março de 2012 do Centre for Science Studies, Lancaster University, Lancaster LA1 4YN, UK. Disponível em: <<http://www.comp.lancs.ac.uk/sociology/papers/Law-Objects-Spaces-Others.pdf>>.

LÓPEZ CEREZO; VALENTI, A. **Educación tecnológica em el siglo XXI**. Sala de Lectura CTS+I. Disponível em: <<http://www.campus-oei.org/salactsi/edutecsigloxxi.htm>> Acesso em: 04 nov 2005.

MARTÍN GORDILLO, M.; OSORIO, C. Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica, **Revista Iberoamericana de Educación**, nº 32, 2003. Disponível na Internet via <http://www.rieoei.org/rie32a08.htm>. Acesso em 03/03/2012.

SANMARTÍN, J. **Prefacio: Tecnología y ecología**. Muchos problemas y unas pocas soluciones. VII Bienal for Philosophy and Technology, Peñíscola: Instituto de Investigaciones sobre Ciencia y Tecnología (INVESCIT), 1993. Disponível em: <<http://www.oei.org.co/cts/tef00.htm>> Acesso em: 22 dez 2012.

SENAI-IEL. **Inova Engenharia: Proposta para a modernização da Educação em Engenharia no Brasil**. Instituto Euvaldo Lodi. 2006.

SCHLIERF, K. La enseñanza Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en el entorno universitario politécnico: La metodología de la descripción de controversias en la Escuela de Minas de París. **Rev. iberoam. cienc. tecnol. soc.**, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, v. 5, n. 15, sept. 2010. Disponible en http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132010000200005&lng=es&nrm=iso>. accedido en 13 marzo 2012.

SOUSA, A. C. G. **Os avanços e retrocessos na discussão das diretrizes curriculares e os desafios atuais**. Anais do XXXIV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE. p. 4.57 – 4.67. 2006.

SOUSA, C. M. e GOMES, G. F. A importância do enfoque CTS na graduação de engenheiros. **Educação & Tecnologia**, v. 15, n. 2, 2011.

TODT, J. O. **Innovación y regulación**: la influencia de los actores sociales en el cambio tecnológico: el caso de la ingeniería genética agrícola. 2002. 293 f. Tesis Doctoral. Universitat de Valencia. Estudi General, Facultat de Filosofia i CC. De la Educació. Departament de Lògica i Filosofia de La Ciència. València, 2002.

TSALLIS, A. C. et al. O QUE NÓS PSICÓLOGOS PODEMOS APRENDER COM A TEORIA ATOR-REDE. **Interações**: Universidade São Marcos, São Paulo, n. 22, p.57-86, jul./dez. 2012. Disponível em: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/354/35402204/35402204_5.html>. Acesso em: 13 mar. 2012.

VICENTE, Rogélio Álvarez. El reto de la educación en el siglo XXI (Crisis radical de valores). **Rev. Iberoam. de Educación (OEI – CAEU)**. RIE Digital 58/3, mar 2012. Disponível em:

<<http://www.rieoei.org/jano/4479AlvarezJANO.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2012.

ZABALA, Antoni. ***Enfoque globalizador e pensamento complexo: uma proposta para o currículo escolar***. Tradução de Ernani Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2002.

Abstract *The development model of modern society has brought many problems to the lives of many people on the planet. Contradictions are established between the need to develop and at the same time preserving the resources that sustain the current development model. This problem leads us to changes in the training of professionals in science and technology in order to provide a critical understanding of technological development and its consequences. When we seek ways to accomplish these goals in the classroom, we found an interesting experience in the study of sociotechnical controversies, based on theoretical and methodological approach known as actor network theory. In this paper, we propose a set of activities with sociotechnical controversy that may contribute to the formation of Engineers more critical about our reality.*

Keywords: *Actor network, STS, Engineering education*