



INSERÇÕES DE ESTUDOS SOCIAIS NO ENSINO DE FÍSICA EM ENGENHARIA POR MEIO DE PROBLEMAS GERADORES DE DISCUSSÕES: UMA PROPOSTA

NILCÉIA APARECIDA MACIEL PINHEIRO

Doutorado em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia e leciona Matemática nos cursos de Engenharia da UTFPR, campus Ponta Grossa (UTFPR-PG).

Contato: nilceia@utfpr.edu.br

VINICIUS MACHADO

Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, é professor de Física nos cursos de Engenharia na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa (UTFPR-PG).

Contato: vinmac@utfpr.edu.br

INSERÇÕES DE ESTUDOS SOCIAIS NO ENSINO DE FÍSICA EM ENGENHARIA POR MEIO DE PROBLEMAS GERADORES DE DISCUSSÕES: UMA PROPOSTA

Vinicius Machado
Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro

RESUMO: Esse trabalho apresenta como sugestão o uso de Problemas Geradores de Discussões como forma de inserir estudos sociais da ciência e tecnologia no ensino de Física em cursos de Engenharia. Um Problema Gerador de Discussões é constituído de um conjunto de atividades de ensino: confronto de ideias, discussões, pesquisa, atividades experimentais, elaborações de relatórios, entre outras, desenvolvidas em uma sequência de questionamentos relacionadas a um problema gerador. Entre esses questionamentos, encontram-se aqueles que vislumbram fazer com que os alunos discutam os efeitos da produção, uso e descarte de um artefato tecnológico levando em consideração questões sociais, ambientais, éticas, econômicas e políticas.

Palavras-chave: ensino CTS; ensino de Física; Problemas Geradores de Discussões.

INSERTION OF SOCIAL STUDIES IN PHYSICS EDUCATION IN ENGINEERING USING DISCUSSIONS GENERATORS PROBLEMS: A PROPOSAL

ABSTRACT: This paper presents as a suggestion the use of Discussions Generators Problems as a way of inserting social studies of science and technology in Physics teaching in Engineering courses. A Discussion Generator Problem consists of a set of learning activities (clash of ideas, discussions, research, experimental activities, elaboration of reports, among others) developed in a sequence of questions related to a problem generator. Among these questions are the ones that aim to make students discuss the effects of the production, use and disposal of a technological artifact taking into consideration social, environmental, ethical, economic and political issues.

Keywords: CTS teaching; Physics teaching; Discussions Generators Problems.

INTRODUÇÃO

A formação acadêmica em Engenharia, de acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), tem entre seus objetivos formar um egresso apto para atuar nesse mundo em constante transformação social, ambiental e no setor produtivo. Nesse intuito, as DCNs solicitam junto à formação acadêmica a promoção de uma maior conscientização desse egresso quanto às suas responsabilidades enquanto profissional e cidadão no desempenho de suas futuras funções laborais.

Nessa perspectiva, a elaboração de novas tecnologias e/ou a tomada de decisões junto ao processo de produção são algumas entre tantas ações do profissional de engenharia que necessitam ser acompanhadas de um processo de análise e reflexão, pois podem produzir efeitos transformadores tanto sobre a sociedade quanto sobre o meio ambiente.

Dessa forma, objetiva-se nesse trabalho apresentar a proposta da aplicação de um Problema Gerador de Discussões (PGD) no ensino de Física em Engenharia como estratégia a fim de inserir o estudo de questões sociais no ensino de ciência e tecnologia na perspectiva de levar o acadêmico de engenharia a refletir, a partir da atividade proposta, sobre as suas responsabilidades sociais enquanto futuro profissional da engenharia.

ENSINAR RELACIONANDO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Nesse panorama, em resposta às solicitações das DCNs, (BRASIL, 2002) observa-se a necessidade de encontrar um caminho para promover atividades de ensino em Engenharia objetivando construir junto ao aluno o entendimento de que as tecnologias não são neutras, ou seja, podem promover efeitos tanto benéficos quanto maléficos.

Busca-se, dessa forma, construir junto ao acadêmico de Engenharia uma visão crítica sobre a tecnologia, superando as visões unilaterais do Rei Thamus e do inventor Theuth, personagens lendários citados no livro “Tecnopólio: a rendição da cultura à tecnologia” de Postman (1994).

Em seu livro Postman, na tentativa de desmistificar a neutralidade da tecnologia, apresenta duas visões distintas e antagônicas sobre os efeitos do uso das tecnologias: do rei Thamus que só observa o lado negativo e do inventor Theuth que vê apenas o lado positivo. Theuth havia apresentado à Thamus a invenção da escrita e propunha, a partir de sua invenção, uma forma de aperfeiçoar a sabedoria e a memória do povo egípcio. Na visão de Theuth essa invenção traria inúmeros benefícios ao povo. Thamus, por sua vez, viu na escrita uma forma de transformar seus

usuários em um fardo para a sociedade, pois, de acordo com a sua forma de pensar, esses se tornariam ignorantes à medida que passassem a buscar conhecimentos e informações apenas na escrita e não mais na sua própria memória.

Por observar que até meados do século XX associava-se o desenvolvimento do Brasil ao uso e exploração indiscriminada dos seus recursos naturais e tecnológicos (ANGOTTI e AUTH, 2001), entende-se que a visão pela qual se permeou o crescimento industrial brasileiro não foi muito distante das visões de Teuth e de Thamus, pois, assim como nesses casos também foi unilateral. Nessa visão unilateral também não deve ter sido difícil para a sociedade civil incorporar em seus hábitos o uso dos produtos tecnológicos, pois o conforto, a comodidade e a praticidade a eles associados tornavam-nos altamente atrativos.

Todavia, esse sentimento nacional e global de bem-estar relacionado ao progresso tecnológico não perdurou por muito tempo, pois, conforme relatam Auler e Bazzo (2001, p.01):

[...] foi crescendo o sentimento de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo, linear e automaticamente, ao desenvolvimento do bem-estar social. Após uma euforia inicial com os resultados do avanço científico e tecnológico, nas décadas de 1960 e 1970, a degradação ambiental, bem como a vinculação do desenvolvimento científico e tecnológico à guerra (as bombas atômicas, a guerra do Vietnã com seu napalm desfolhante) fizeram com que a ciência e a tecnologia (C&T) se tornassem alvo de um olhar mais crítico.

Por isso, entende-se a necessidade de sobrepor à visão comum, uma visão crítica da sociedade e, de forma especial, dos acadêmicos de Engenharia sobre os possíveis custos, sociais e/ou ambientais, do desenvolvimento da Ciência e Tecnologia. Essa visão crítica deve ser observada pelo futuro engenheiro como uma importante ferramenta de julgamento e prevenção a ser utilizada no processo de produção, pois, como alerta Postman (1994, p.17) “[...] uma vez que uma nova tecnologia é aceita, ela atua de imediato; faz o que está destinada a fazer. Nossa tarefa é compreender o que é esse desígnio; vale dizer que, quando aceitamos uma tecnologia nova, devemos fazê-lo com os olhos bem abertos”.

Com uma atuação baseada apenas na visão comum, corre-se o risco de se tomar decisões politicamente incorretas, pois, o que se julga ser uma forma de solucionar um problema pode vir a criar um novo problema, e com dimensões ainda maiores do que o problema inicial, como se pode observar nos exemplos dados no Quadro 1. Busca-se, nesse quadro, exemplificar alguns problemas relacionando-os com suas soluções e possíveis implicações sociais e/ou ambientais.

Por isso, julga-se necessário ter-se a visão da tecnologia não apenas como um único produto, mas sim como um sistema de “produtos heterogêneos” (BAZZO, 2002), ou seja, produtos que são construídos utilizando-se de várias Ciências, Técnicas e Tecnologias, por isso sendo passíveis de produzir vários efeitos.

O engenheiro, de acordo com as situações indicadas no Quadro 1, pode planejar a produção de um herbicida sem a devida preocupação com a possível contaminação do lençol freático ou com problemas de saúde causados em pessoas que venham a aplicar o produto sem as devidas precauções, ou que venham a consumir alimentos contaminados por esse produto. Pode contribuir para a criação do desodorante aerossol que oferece uma aplicação mais prática e higiênica que o desodorante produzido na textura de creme, porém, sem se preocupar com os efeitos que esse produto tecnológico pode trazer ao meio ambiente, contribuindo para a degradação da camada de ozônio.

PROBLEMA	SOLUÇÃO	BENEFÍCIOS	MALEFÍCIOS
Ervas daninhas em jardins e hortas.	Herbicidas: Pesquisa nas áreas de Química e Biologia.	Eliminação das ervas daninhas.	Contaminação do homem e do lençol freático.
Odores indesejáveis no corpo humano.	Desodorante aerossol: pesquisa nas áreas de Química e Física.	Praticidade e higienização.	Degradação da camada de ozônio.
Pacotes de papel apresentam baixa resistência física.	Sacolas plásticas: pesquisa nas áreas de Química e Física.	São mais resistentes, práticas e impermeáveis.	Contaminação do ambiente, liberação de dioxinas no ar.

Quadro 1- Impactos Tecnológicos - Fonte: Autoria própria

O engenheiro realiza a pesquisa, propõe e produz sacolas de plástico que são mais resistentes e que não se desmancham ao molhar, em substituição aos pacotes de papel, porém, sem se preocupar com o destino dessas sacolas após o seu uso e as possíveis contaminações causadas. Nesse sentido, entende-se que se encontra na ação de promover esse tipo de reflexões em sala de aula uma forma de contribuir para a formação do conceito da não neutralidade da Ciência & Tecnologia junto aos acadêmicos de Engenharia. Ao desenvolver esse processo, espera-se que da mesma forma com que o aluno passou a refletir sobre os efeitos do desodorante aerossol, do herbicida e da substituição do pacote de papel pelo de plástico, reflita também durante as suas futuras decisões profissionais.

Por isso, entende-se que a formação do acadêmico de Engenharia, enquanto consumidor e criador de produtos ou processos tecnológicos deve passar necessariamente por uma nova concepção de cidadania. Nessa concepção, a aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos passa a exercer um papel social, fornecendo argumentos e subsídios para a avaliação dos possíveis impactos tecnológicos.

Entende-se que uma visão mais crítica sobre a complexidade da tecnologia pode contribuir para a compreensão e previsão dos possíveis “efeitos colaterais” que o uso dessa tecnologia pode provocar. Refletir sobre os efeitos das tecnologias julga-se ser, de fato, uma obrigação da sociedade e daqueles que a governam e a formação acadêmica não pode permitir-se ficar à margem desse processo.

Nesse sentido, entende-se ser importante observar a proposta do enfoque de ensino Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Entre seus pressupostos o enfoque CTS observa a importância de que os professores passem a instigar uma visão mais crítica sobre os procedimentos, processos e produtos tecnológicos em seus alunos, pois, inseridos no mercado de trabalho os alunos egressos em Engenharia deparar-se-ão com problemas relacionados às Tecnologias enquanto processos, procedimentos ou produtos tecnológicos, sobre os quais deverão refletir, avaliar e apresentar soluções. Nesse sentido, comentam Gordillo e Galbarte (2002, p.36):

[...]construirse una central nuclear en un determinado lugar? ¿Debe aumentarse el presupuesto para la construcción de una autovía para evitar que su trazado afecte a un entorno natural singular? ¿Deben conservarse los embriones humanos congelados hace más de diez años? ¿Deben desarrollarse las tecnologías de la clonación humana? ¿Debo aprobar que se desconecte el respirador a un ser querido? Todas esas decisiones están en el centro de actividades tecnológicas, pero en modo alguno son decisiones neutras. Los expertos técnicos también podrían tener diferentes opiniones sobre ellas, igual que los demás ciudadanos. De hecho, son el tipo de decisiones sobre la tecnología que más importancia tienen para la ciudadanía.

Nesse contexto, entende-se que a preparação do homem – consumidor e/ou criador de tecnologias - deve passar necessária e simultaneamente por uma nova concepção de cidadania e pela aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos que lhe permitam um melhor entendimento dos efeitos decorrentes do uso e/ou do processo de produção de artefatos tecnológicos. Por isso, concorda-se com Bazzo *et al.* (2008) quando indicam os pressupostos do enfoque CTS como um importante meio de contribuição para a formação acadêmica - científica, tecnológica e humanista - nos cursos de Engenharia.

O movimento social CTS, que deu origem ao enfoque de ensino CTS, teve seu início na segunda metade do século XX, quando foram observadas as primeiras críticas ao paradigma da associação entre desenvolvimento científico, tecnológico e promoção do bem estar social (AULER e BAZZO, 2001; SANTOS e MORTIMER, 2001; PINHEIRO, 2005) e ao paradigma da sociedade consumista na qual o conceito de cidadania privilegiava os direitos do indivíduo, sem a necessária preocupação com os seus deveres (SANTOS, 2005). O movimento CTS, para Pinheiro (2005, p.28), veio em oposição direta a esse modelo individualista de cidadania, pois: “[...] trouxe como um de seus lemas a necessidade do cidadão de conhecer os direitos e obrigações de cada um [...]”.

O enfoque de ensino CTS originou-se, na ordem natural dos acontecimentos, dos efeitos decorrentes das preocupações sociais, refletidas junto às questões educacionais e, segundo Pinheiro (2005, p.40), propõe: “renovação na estrutura curricular dos conteúdos, de forma a colocar a ciência e a tecnologia em novas concepções vinculadas ao contexto social”. Propõe um processo de ensino e aprendizagem reflexivo e contextualizado, com a participação ativa do educando objetivando formar a sua criticidade sobre os processos que relacionam a Ciência, Tecnologia e as questões sociais e ambientais (BAZZO, 1998; PINHEIRO, 2005 e 2007; GORDILLO e OSORIO, 2003). Outro ponto importante a se destacar na proposta CTS é, segundo Gordillo e Galbarte (2002, p.26) o aspecto crítico-reflexivo no ensino das tecnologias como inspiração para as mudanças nas práticas de ensino “[...] la perspectiva CTS aporta una adecuada mirada crítica que permite inspirar las propuestas educativas prácticas sin las cuales estas reflexiones sobre las finalidades de la educación tecnológica carecerían de valor para la transformación educativa”.

Na perspectiva de Gordillo e Cerezo (2002), as atividades de ensino CTS devem ser elaboradas de forma a promover a busca, por parte dos alunos, de uma aprendizagem por meio da aplicação ou desenvolvimento de conhecimentos em situações contextualizadas, de forma a permitir o relacionamento entre questões profissionais, sociais e ambientais.

Aborda-se também no enfoque CTS a necessidade de aliar ao desenvolvimento curricular atividades de ensino que promovam o exercício da cidadania, buscando, dessa forma, a aquisição por parte dos acadêmicos de referenciais que possam vir a orientar seus posicionamentos em suas decisões profissionais (SANTOS e MORTIMMER, 2001).

De acordo com Acevedo (2004, p.10), exercitar a cidadania, relacionando-a às questões científicas é fundamental para que: “las personas puedan participar democráticamente en la evaluación y la toma de decisiones sobre asuntos de interés social relacionados con la ciencia y la tecnología [...]”.

E, numa proposta voltada para uma nova visão sobre o currículo e a função das disciplinas de ensino, Bazzo (2002, p.10) indica que o enfoque de ensino CTS propõe: “tratar de forma integrada os diversos saberes das áreas de conhecimentos acadêmicos tradicionais, que hoje são abordados de forma fragmentada e descontextualizada”.

Em virtude do panorama exposto e por entender que os pressupostos das DCNs e do enfoque CTS no ensino são convergentes quanto às orientações educacionais e curriculares, deparou-se, nesse trabalho, com a necessidade de buscar/escolher/estabelecer uma metodologia de ensino que permitisse colocar essas orientações em prática. Nessa perspectiva, optou-se por trabalhar essas questões a partir das orientações da metodologia dos Problemas Geradores de Discussões.

A METODOLOGIA PGD

Apresentou-se, em trabalho de dissertação (MACHADO, 2009b), a proposta de uma metodologia para aplicação no ensino em Engenharia, nas disciplinas da área da Física. Essa metodologia, intitulada Metodologia dos Problemas Geradores de Discussões (PGD), é constituída, basicamente, de um conjunto de orientações sobre as etapas de elaboração e aplicação dos Problemas Geradores de Discussões (MACHADO, 2009a). E foi construída a partir do entendimento dos novos objetivos de ensino e de formação acadêmica estabelecidos para os cursos de Engenharia.

As DCNs, assim como o enfoque de ensino de Ciências, Tecnologia e Sociedade, indicam a necessidade de uma nova visão curricular, mostrando que as disciplinas devem ser trabalhadas de forma integrada e em um processo participativo. Objetivando promover a formação de um aluno egresso em Engenharia com forte e ampla base científica e tecnológica, capacitado a manipular e desenvolver novas tecnologias e a identificar e solucionar os problemas que se apresentem em sua vida pessoal e profissional, sem deixar de observar o seu papel como cidadão e suas responsabilidades perante a sociedade e o meio ambiente. Contudo, para que essa base científica cumpra a sua função frente aos objetivos traçados, deve ser adquirida em um processo de ensino elaborado e realizado por meio de atividades que busquem a promoção de uma aprendizagem significativa.

Como forma de integração entre conteúdos, a Metodologia PGD propõe a contextualização dos conhecimentos a partir de questões e questionamentos elaborados em torno de uma situação ou problema gerador (MACHADO, 2010). Em visão particular, entende-se que não deve ocorrer, por parte do professor, uma preocupação em elaborar atividades que forcem a integração entre as disciplinas do curso de Engenharia. Essa integração deve ocorrer de forma natural e espontânea por meio da contextualização dos conhecimentos. Acredita-se que à medida que o problema gerador estiver relacionado às atividades do profissional de Engenharia, naturalmente, exigirá do aluno a utilização de conhecimentos científicos das mais diversas áreas e da análise de aspectos sociais e ambientais, para buscar a sua solução.

Dessa forma, a Metodologia PGD tem por objetivo permitir, às disciplinas da área de Ciências e Matemática, dar uma maior parcela de contribuição para o desenvolvimento das habilidades e competências exigidas à formação acadêmica do engenheiro (MACHADO & PINHEIRO, 2009). Junto à formação acadêmica em Engenharia, a Metodologia PGD destina-se a dar contribuições tanto no aspecto profissional (aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos) quanto no aspecto humanista (formação para a cidadania).

Em relação ao aspecto profissional, a metodologia busca promover atividades de ensino que levam o aluno a exercitar a sua capacidade de: ampliar e aplicar os conhecimentos científicos adquiridos à Engenharia; projetar e conduzir experimentos científicos; identificar e resolver, desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas, no intuito de solucionar um problema; comunicar-se eficientemente nas formas escrita e oral, entre outros.

Em relação ao aspecto humanista, a metodologia PGD busca exercitar a capacidade do aluno de analisar e avaliar processos, procedimentos e/ou o uso de produtos tecnológicos, levando em consideração aspectos relacionados à Ciência e Tecnologia, mas, também, aspectos sociais, políticos, éticos, econômicos, ambientais etc. Dessa forma, busca-se construir, no aluno de Engenharia, o hábito de analisar o uso da Ciência e da Tecnologia, preocupando-se com os possíveis impactos causados sobre a sociedade e sobre o meio ambiente.

UM EXEMPLO DE PGD E OS VISLUMBRES DE SUA APLICAÇÃO

O PGD Pasteurização Leite apresentado no QUADRO 2 foi elaborado para aplicação no ensino de Física em Engenharia, envolvendo os conteúdos de ensino de termologia. Esse PGD tem como tema gerador a produção e comercialização do leite e apresenta questionamentos voltados tanto para a formação científica e tecnológica do acadêmico em engenharia quanto à sua formação humanística. Entretanto, entende-se importante lembrar o objetivo desse estudo prende-se às questões que buscam promover inserções dos estudos sociais no ensino da Física.

PGD Pasteurização Leite	<p>O Ministério da Agricultura baixou portaria proibindo a comercialização do leite diretamente do produtor ao consumidor. Essa proibição foi justificada pela necessidade de maior fiscalização sobre a qualidade desse leite que é vendido e consumido sem passar sequer por um processo de pasteurização. Nesse contexto:</p> <p>1 - realize procedimentos experimentais a fim de determinar o calor específico e a densidade do leite;</p> <p>2 - utilizando-se dos dados obtidos na atividade anterior, determine qual seria a energia térmica, em joule, necessária para pasteurizar 1000 litros de leite;</p> <p>3 - como o seu grupo analisa esse ato governamental?</p> <p>4 - faça uma comparação sobre o processo de pasteurização na época em que ele foi criado por Pasteur e o processo “UHT” desenvolvido pelas indústrias nos dias de hoje e indique as principais mudanças buscando estabelecer possíveis vantagens e desvantagens entre os dois métodos;</p>
--	---

	5 - aproveitando o contexto, indique quais as vantagens e desvantagens comparando os processos de embalagem do leite em saquinhos plásticos, em caixinhas e em garrafas plásticas e de que forma o governo, a sociedade e o setor produtivo vêm demonstrando preocupações e propondo soluções aos problemas ambientais e sociais, gerados pelo descarte dessas embalagens.
--	--

Quadro 2: PGD Pasteurização do Leite - Fonte: Autoria própria.

O PGD proposto no Quadro 2 apresenta como tema gerador o consumo do leite a partir de um ato governamental que buscou regulamentar o manejo e a comercialização desse produto.

Observando as questões propostas no Quadro 2, entende-se que o questionamento 3 promoverá discussões envolvendo questões higiênicas e conseqüentemente sobre os efeitos do controle sobre o manejo do leite sobre a saúde do consumidor. Também permitirá discussões envolvendo a análise dos efeitos dessa portaria sobre a vida dos pequenos produtores, também discussões se há ações governamentais com o objetivo de orientar os pequenos produtores de leite a fim de que eles se adaptem às novas condições, entre outros.

Com o questionamento 4, o PGD proposto vislumbra discutir possíveis impactos sociais a partir da comparação entre duas tecnologias. Isso porque diferentes tecnologias utilizam de diferentes recursos entre eles a mão-de-obra que precisa ter uma qualificação diferente, diferentes fontes de recursos energéticos além do fato de que a matéria prima passa por diferentes tratamentos físicos e químicos e esses tratamentos podem modificar as características finais do produto em questão.

Entende-se que com o quinto questionamento o PGD cria a possibilidade de levar os acadêmicos de engenharia a avaliar as diferentes formas de acondicionamento do produto final e seus efeitos junto ao ambiente em que o consumidor vive. Nesse aspecto, entende-se possível o levantamento de questões sobre reciclagem e sua importância sobre o meio ambiente e como forma de criação de emprego. Discussões sobre as leis nos diversos níveis governamentais existentes sobre a reciclagem resíduos domésticos, os projetos sociais buscando a criação de cooperativas, entre outros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos tempos atuais, a importância da formação acadêmica nos cursos de Engenharia não se dá apenas na qualidade da formação profissional: científica e tecnológica. Nesse período de grandes mudanças sociais, econômicas, ambientais e no setor produtivo, exige-se das universidades que dêem a sua parcela de contribuição para o desenvolvimento da construção da cidadania do futuro profissional. Por isso, entende-se que, o professor precisa refletir sobre a sua forma de atuação e, a partir dessa reflexão, propor uma prática pedagógica mais significativa. Por prática pedagógica significativa, compreende-se aquela que não prioriza os conteúdos. Aquela que não define o professor como proprietário único do conhecimento. Aquela que exige que o conhecimento trabalhado pelo professor seja contextualizado, aplicado à realidade do curso em que está trabalhando a sua disciplina e visto não como um fim, mas, como meio de resolução dos problemas, quer sejam de ordem pessoal, social, ambiental, ou de produção ou provocados pela produção.

Dessa forma, entende-se que esse estudo propôs uma prática de ensino significativo nas disciplinas da área de Ciências e Matemática, inserindo ensino CTS nos cursos de Engenharia por intermédio da aplicação de um Problema Gerador de Discussões. Em virtude do exposto, acredita-se que por meio da utilização do “PGD Pasteurização Leite” cria-se uma abertura no ensino da Física para que discussões sociais possam ser inseridas junto ao ensino científico e tecnológico contribuindo dessa forma na formação do futuro profissional da engenharia no seu aspecto humanístico.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO, J.A. **Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía.** *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, n. 1, p.3-16, 2004. Disponível em < <http://www.oei.es/salactsi/educacion.htm>>. Acesso em 21/04/2008.

ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. *Ciência & Educação*, v.7, n.1, p.15-27, 2001.

AULER,D.& BAZZO, W.A. **Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro.** *Ciência & Educação*, v.7, n.1, p.1-13, 2001.

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade e o Contexto da Educação Tecnológica.** Ed.U.F.S.C., Florianópolis, 1998.

BAZZO,W.A. et al. **Introdução aos estudos CTS.** *Revista Ibero-Americana*, n.28.OEI, Madrid, 2002.

BAZZO, W.A. et al. **Educação Tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia.** 2^a ed. **revisada e ampliada.** Florianópolis, Editora da UFSC, 2008.

BRASIL. Resolução CNE/CES 11/2002, que institui as **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.** Publicado no Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

GORDILLO, M.M. & CEREZO, J.A.L. **Acercando la ciencia a la sociedad: la perspectiva CTS su implantación educativa. Seminario sobre sensibilización sobre el enfoque CTS.** Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias, Colômbia, 2002

GORDILLO, M.M. & GALBARTE, J. C. G. Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, n.28. 2002.

GORDILLO, M.M. & OSORIO, C. Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. **Revista Iberoamericana de Educación**, n.32. OEI. Madrid 2003.

MACHADO, V. **Manual para elaboração e aplicação da Metodologia PGD na disciplina de Física em cursos de Engenharia.** PPGECT, UTFPR, Ponta Grossa 2009-a.

_____. **Problemas Geradores de Discussões: uma proposta para a disciplina de Física nos cursos de Engenharia.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) UTFPR, Ponta Grossa, junho de 2009-b.

_____. Investigando a Metodologia dos Problemas Geradores de Discussões: aplicações na disciplina de Física no ensino de Engenharia. **Revista Ciência & Educação**, vol.16, n.02, 2010, p. 525-542.

MACHADO, V. & PINHEIRO, N. A. M.. **Ensino de Física por meio de Problemas Geradores de Discussões: contribuições para a formação acadêmica em engenharia.** Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências. Florianópolis, 2009.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação crítico-reflexiva para um Ensino Médio científico tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático.** 2005. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

POSTMAN, N. **Tecnopólio: a rendição da cultura à tecnologia.** Livraria Nobel. São Paulo, 1994.

SANTOS, M.V.M.: **Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas.** Revista CTS, nº 6, v. 2, p.137-157, Portugal, 2005.

SANTOS, W.L.P. & MORTIMER, E.F. **Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências.** Revista Ciência & Educação, v.7, n.1, p.95-111, 2001.