

## UMA DISCIPLINA CTS PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA

**Luiz Teixeira do Vale Pereira,** [teixeira@emc.ufsc.br](mailto:teixeira@emc.ufsc.br)

**Walter Antonio Bazzo,** [wbazzo@emc.ufsc.br](mailto:wbazzo@emc.ufsc.br)

**Irlan von Linsingen,** [linsingen@emc.ufsc.br](mailto:linsingen@emc.ufsc.br)

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Mecânica  
Florianópolis, SC, CEP 88.040-900

***Resumo.** É apresentada neste artigo uma proposta de criação e de implantação de uma disciplina com abordagens CTS para os cursos de graduação em engenharia. Esta proposta surge como resposta às várias transformações exigidas nas formas de pensar e de agir no ensino tecnológico, tendo como motivação as mudanças radicais ocorridas na sociedade, na ciência e na tecnologia nas últimas décadas. Concluímos ser fundamental contextualizar os saberes técnicos ensinados, buscando ampliar uma visão social e humanística da técnica. Sendo ainda embrionárias no Brasil, as abordagens CTS estão por merecer o destaque que sua potencial relevância social comporta. Objetivando registrar um referencial para abordagens didáticas CTS, apresentamos um programa disciplinar básico, contemplando ementa, conteúdo geral, procedimentos didáticos, sistema de avaliação, bibliografia recomendada e objetivos que se propõem para uma disciplina com estes enfoques. Comentários e sugestões relativos à ação do professor e quanto às formas de participação dos alunos também são feitos.*

***Palavras-chave:** CTS, ensino de engenharia, transformações pedagógicas*

### 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A idéia deste trabalho é simples e objetiva: apresentar uma proposta de criação e implantação de uma disciplina que contemple estudos CTS (ciência, tecnologia e sociedade) nos cursos de engenharia brasileiros. Para tanto, é apresentada uma estrutura básica que uma disciplina introdutória sobre esta temática poderia comportar, com módulos, procedimentos e conteúdos. Com este formato, imaginamos poder proporcionar momentos de reflexão e análises críticas por parte de iniciantes nestes estudos.

Por entendermos não ser oportuno, neste espaço, procurar aprofundar os motivos que nos levam a propor semelhante iniciativa, isto será deixado para um outro momento. Por hora, julgamos ser suficiente apenas lembrar tudo que vem sendo colocado e exigido dos novos profissionais que estarão assumindo, num futuro próximo, postos-chave nos destinos da humanidade. Artigos da imprensa cotidiana e de publicações especializadas, bem como reportagens na mídia em geral, podem servir de referência para levantamentos a respeito do que acima se registra.

No entanto, apenas para referendar a nossa firme convicção da pertinência de semelhantes abordagens serem discutidas nas escolas que trabalham a educação tecnológica, deixamos a seguinte provocação: desenvolvimento tecnológico significa desenvolvimento humano?

A estrutura geral e o conjunto conceitual que compreendem a disciplina, e que são registrados abaixo, obedecem com bastante fidelidade o documento proposto ao Colegiado do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, e que foi lá aprovado por unanimidade por seus componentes.

Apesar desta disciplina ter sido criada e discutida num departamento de engenharia mecânica, tendo sido originada no Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica – NEPET, a sugestão é que ela seja ofertada para todos os cursos que compõem o Centro Tecnológico desta Universidade, prevendo a possibilidade, inclusive, de que outros alunos da UFSC, de qualquer curso, tenham acesso a ela.

## **2 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA AO COLEGIADO DO CURSO**

Os professores abaixo assinados propõem a este Colegiado a inclusão de uma disciplina no currículo do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, na condição de optativa.

As características desta proposta, referentes à disciplina *Tecnologia & Desenvolvimento*, vêm abaixo especificadas.

## **3 POR QUE UMA DISCIPLINA CTS NUM CURSO DE ENGENHARIA?**

A rapidez com que a tecnologia toma conta de interesses e prioridades da civilização humana nos induz à busca de alternativas de compreensões das suas repercussões sociais. Se isso hoje já é feito com bastante intensidade em vários países, mais enfaticamente nos EUA e na Europa, nos países em desenvolvimento, e em especial nos subdesenvolvidos, uma consciência crítica não passa apenas de boas intenções de alguns grupos isolados que ainda “patinam” na falta de referenciais que destaquem, organizem e sistematizem tais preocupações.

Cada vez mais a sociedade compreende que apenas dominar e ampliar as técnicas é muito pouco, e que precisamos seguir além de uma visão utilitarista com relação aos produtos ou mesmo ultrapassar as análises técnicas pretensamente neutras que hoje empreendemos.

Um curso de engenharia, no nosso entendimento, em que pese toda sua força em prol do progresso tecnológico, tem abdicado, ou esquecido, de criar condições para que a técnica seja compreendida além dos seus aspectos mais aparentes, e tem deixado de lado as contextualizações sociais, as historicidades, as ambientações, enfim, as inevitáveis inter-relações e imbricações presentes em todas as ações humanas.

Através de análises críticas e reflexivas sobre os desenvolvimentos sociais – referidos sempre que possível ao Brasil –, que inexoravelmente passam pelas relações entre ciência, tecnologia e sociedade, os professores abaixo assinados propõem o conteúdo registrado neste documento como sugestão para a implantação de uma disciplina que sirva de referencial para uma formação tecnológica mais ampla, profunda e consciente.

A linha mestra de tal disciplina se fundamenta em uma linguagem clara, simples e pragmática escorada por farto material de apoio que possa contrastar as diversas nuances da ciência e da tecnologia num país tão paradoxal quanto o Brasil, que, apesar de dominar algumas tecnologias de ponta, sofre hoje com grandes desigualdades sociais e de acesso às benesses de uma sociedade tecnológica.

## **4 DADOS GERAIS DA DISCIPLINA**

Nome: Tecnologia e desenvolvimento

Carga horária: 72 horas-aula

Número máximo de alunos a serem matriculados por turma: 20

Tipo de disciplina: optativa

Pré-requisito: ter cursado ao menos 1500 horas-aula do curso a que pertence

Público-alvo: alunos dos cursos de graduação do CTC, e de toda a UFSC

## 5 EMENTA

O que é CTS. Definições de ciência, tecnologia e técnica. Revolução industrial. Desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento social. Difusão de novas tecnologias. Sociedade tecnológica e suas implicações. As imagens da tecnologia. As noções de risco e de impacto tecnológico. Modelos de produção e modelos de sociedade. Desafios contemporâneos. Influências da ciência e da tecnologia na organização social. Relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Questões éticas e políticas.

## 6 OBJETIVOS GERAIS

Com esta disciplina objetiva-se contribuir para uma formação mais integral dos alunos de graduação. Para tal, serão empreendidas análises críticas, com estudos de casos contextualizados, das relações entre desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento humano. Com reflexões das implicações sociais, políticas e éticas do desenvolvimento tecnocientífico nas sociedades contemporâneas, será enfatizada a necessidade de contextualizações histórico-sociais da ciência e da tecnologia.

Dentro da premissa estabelecida acima, o desenvolvimento desta disciplina deverá contribuir para que o aluno desenvolva capacidades tais como:

- a) compreender a influência da ciência e da técnica na evolução das sociedades, assim como os condicionamentos históricos e sociais na criação científica e tecnológica;
- b) analisar e valorar as repercussões sociais, econômicas, políticas e éticas das atividades científica e tecnológica e de engenharia;
- c) aplicar os conhecimentos científicos e tecnológicos aprendidos aos estudos e à valoração de problemas relevantes na vida social;
- d) utilizar os conhecimentos sobre as relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade para compreender melhor os problemas do mundo em que vivemos;
- e) buscar soluções e adotar posições baseadas nos juízos de valor livre e responsávelmente assumidos;
- f) apreciar e valorar criticamente as potencialidades e as limitações da ciência e da tecnologia para proporcionar maior grau de consciência e de bem-estar individual e coletivo;
- g) assumir uma maior consciência dos problemas ligados ao desenvolvimento desigual das sociedades humanas e adotar uma atitude responsável e solidária com todos;
- h) analisar e avaliar criticamente as necessidades sociais e os desenvolvimentos científico e tecnológico, valorando a informação e a participação cidadã como elementos importantes para a organização social;
- i) reconhecer a técnica como produção sociocultural e histórica, possibilitando alcançar uma maior capacidade de negociação nas ações coletivas da engenharia.

## 7 CONTEÚDOS CONCEITUAIS A SEREM TRABALHADOS

### 7.1 Introdução

*Ciência, tecnologia, técnica e sociedade* – esclarecimento e discussão de conceitos.

**Introdução aos estudos CTS** – as principais tradições CTS e as novas tendências mundiais; concepções tradicionais de C&T e as novas abordagens.

**As imagens da tecnologia** – intelectualista e artefactual, autonomia, determinismo, ecossistemas e sociossistemas.

## 7.2 Ciência, técnica e tecnologia: perspectiva histórica

**Evolução do homo faber.** O papel da técnica no processo de hominização; a tecnologia e a aparição do homem; O primeiros objetos técnicos: as indústrias líticas; avanços técnicos fundamentais na Pré-história: o fogo, a pecuária e a agricultura; progresso técnico no Neolítico e no Calcolítico.

**O nascimento do pensamento e do método científicos.** Egito, Mesopotâmia e o nascimento das ciências na Grécia; as técnicas no Egito e na Mesopotâmia; a síntese grega: geometria e Astronomia, as primeiras ciências; a medicina no Mundo Antigo (e Medieval); declínio da ciência grega; o nascimento da Ciência Moderna: séculos 16 e 17; nascimento do método científico: Galileu; desenvolvimento da Física e das Matemáticas; os primeiros passos da Química moderna; a invenção do microscópio: os primeiros passos da Biologia e da Medicina modernas.

**A revolução industrial.** Bases da Revolução Industrial (econômicas, demográficas, sociais etc.); desenvolvimentos tecnológicos: máquina a vapor, mineração, metalurgia, indústria têxtil, transportes; desenvolvimentos científicos induzidos pela Revolução Industrial: Termodinâmica, Eletricidade, Física, Química...; conseqüências demográficas, sociais, urbanísticas, ideológicas e meio ambientais; o nascimento da fábrica; taylorismo, fordismo e toyotismo; primeira, 2ª e 3ª revoluções industriais; da revolução industrial à era da informação (pós-industrialismo).

## 7.3 Ciência, tecnologia e sociedade no mundo atual

**A energia.** Desenvolvimento científico; desenvolvimento tecnológico: energias contaminantes e energias alternativas; o controle da investigação energética; problema da ciência militarizada; a necessidade da participação dos cidadãos na tomada de decisões; conseqüências econômicas e do meio ambiente; ética nuclear e ética do meio ambiente.

**Saúde e demografia.** Desenvolvimentos científicos: a Biologia e a Genética modernas; desenvolvimentos tecnológicos: a Medicina moderna (vacinas, novas técnicas cirúrgicas, controle da natalidade) e a Engenharia genética; o controle da investigação e da fixação de prioridades; a influência da ideologia; conseqüências; controle da mortalidade e explosão demográfica; políticas de controle da natalidade; escassez e progressivo esgotamento dos recursos naturais; BioÉtica e GenÉtica; tecnologia e futuro do homem (a eugenia).

**A alimentação.** Desenvolvimentos tecnológicos; desenvolvimento da agricultura e da pecuária modernas; a produção de alimentos sintéticos – alimentos transgênicos; conseqüências do meio ambiente (erosão, desertificação, contaminação...); o problema da alimentação em nível mundial (primeiro e terceiro mundos); reflexão ética e política sobre estas conseqüências.

**A produção industrial.** Desenvolvimentos tecnológicos: automatização da produção (informática, robótica...); conseqüências socioeconômicas; industrialização e desindustrialização;

terceirização; crises no Estado de bem-estar social; consumo e desemprego; desequilíbrios em nível mundial: primeiro e terceiro mundos; reflexão ética e política sobre um problema social.

**Telecomunicações e transportes.** Desenvolvimentos tecnológicos nas telecomunicações: TV, vídeo, fax, telefonia móvel, internet, estradas e redes de informação...; desenvolvimentos tecnológicos nos transportes: aviões, trens de alta velocidade, automóveis de baixo consumo, bicicleta; conseqüência: o bombardeio da informação e da publicidade, a aldeia global, a progressiva não-habitabilidade das cidades; reflexões éticas sobre o controle da informação e a criação de opinião.

**Questões éticas e políticas.** Tecnocracia, avaliação de tecnologias, política científica e tecnológica, gestão da tecnologia; progresso técnico e marginalização social; relações entre mudança técnica e mudança social; o paradigma tecnológico; novos modelos de organização do trabalho; ciência e tecnologia no centro da crise mundial; desafios atuais para a América Latina.

## **8 PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS**

Ao longo do semestre, serão trabalhadas as seguintes atitudes com os alunos:

- a) analisar e comentar textos, tanto escritos como audiovisuais, identificando seu conteúdo, definindo os termos específicos, situando-os em seu contexto;
- b) localizar, organizar e elaborar informações, tratando de relacioná-la com outros conhecimento prévios;
- c) investigar adequadamente um problema (formulá-lo, elaborar hipóteses explicativas, contrastá-las, formular conclusões, valorá-las e aplicá-las a outros problemas);
- d) elaborar conclusões e sínteses (na forma de resumos, comentários, resenhas, dissertações orais, ensaios, monografias, artigos etc.);
- e) estabelecer e defender em debates juízos críticos sobre uma determinada tecnologia, utilizando os conhecimentos conceituais estudados (casos exemplos).

## **9 PROCEDIMENTOS ATITUDINAIS**

Será objetivo do processo de ensino-aprendizagem nesta disciplina que os alunos adotem progressivamente, e na medida do possível, as seguintes atitudes:

- a) atitudes de diálogo, abertura e tolerância, aceitando opiniões de outros como um modo de enriquecer, esclarecer ou questionar as suas próprias opiniões; também será fomentada a valoração positiva do trabalho em equipe e a colaboração entre seus membros;
- b) atitudes de autonomia tanto no pensamento como na ação, aprendendo a organizar seu próprio trabalho, a ter iniciativas e a propor alternativas, a definir a posição pessoal ante uma situação ou problema;
- c) atitudes de estimativa do esforço e do rigor intelectual necessários na hora de analisar e discutir racionalmente um problema;
- d) atitudes de valoração da razão, desenvolvendo suas capacidades para regular de forma positiva as ações individuais e coletivas;
- e) atitudes de apreço e valoração crítica da capacidade da tecnologia para a resolução de problemas relevantes da vida social;
- f) atitudes de consciência e sensibilização frente aos problemas e às grandes diferenças existentes entre os povos em função de seus diferentes graus ou tipos de desenvolvimentos.

## **10 MATERIAIS DIDÁTICOS PARA DESENVOLVIMENTO DAS AULAS**

A base destes materiais será composta de textos técnicos, científicos, sociológicos, filosóficos e jornalísticos, assegurando-se sempre que não sejam excessivamente longos ou complexos. Em algumas ocasiões, acompanharão os textos escritos materiais audiovisuais tais como documentários, filmes, vídeos, transparências e slides. Adicionalmente, para os devidos estudos, os alunos deverão dispor de textos para consulta tais como dicionários, monografias sobre temas científicos, tecnológicos, de sociologia da ciência e da técnica, de filosofia da ciência e da técnica, História das Ciências, História das Técnicas, biografias de cientistas etc.

## **11 AVALIAÇÃO DE RENDIMENTO**

### **11.1 Critérios**

Deverão ser considerados como elementos e critérios para avaliação do rendimento individual dos alunos os seguintes cuidados e procedimentos e as seguintes preocupações:

- a) identificar as características específicas da ciência, da técnica e da tecnologia, diferenciando tais tipos de atividade e reconhecendo sua interdependência;
- b) reconhecer as relações existentes entre êxito científico ou técnico relevante e contexto social em que ele se produz, identificando as necessidades e valores correspondentes;
- c) explicar causas que, em um dado momento, tenham determinado ou induzido o abandono ou atraso na aplicação de algum desenvolvimento científico ou técnico relevante;
- d) elaborar informes sobre as aplicações de um êxito científico ou tecnológico relevante no mundo atual, avaliando criticamente suas conseqüências sociais e meio ambientais;
- e) expor os fatos relevantes da evolução de um desenvolvimento científico ou técnico concreto, indicando as principais conseqüências sociais daí derivadas;
- f) analisar os possíveis riscos que caracterizam o grau de desenvolvimento tecnológico de uma determinada sociedade, a partir de um conjunto de dados significativos;
- g) argumentar e debater acerca dos direitos dos cidadãos de estarem informados e de participarem na tomada de decisões políticas sobre a investigação e as aplicações científicas e tecnológicas, tomando como referência casos concretos de relevância social;
- h) analisar e julgar criticamente as possibilidades e limitações da ciência e da tecnologia na busca de soluções de problemas relevantes para a humanidade;
- i) formular perguntas e estabelecer questões de caráter filosófico sobre algumas dimensões da atividade tecnológica, construindo respostas argumentadas e submetendo-as a debate.

### **11.2 Procedimentos de avaliação**

A avaliação será baseada na valoração individualizada de tarefas realizadas pelos alunos, em sala de aula ou fora dela, e também na observação e no acompanhamento do trabalho cotidiano de cada aluno. O aspecto formativo e personalizado da avaliação será assegurado através de atividades tais como:

- a) um trabalho de síntese, que o aluno elaborará ao longo do semestre, sobre um dos temas dos blocos de conteúdos abordados; o professor valorizará nesta síntese não só a compreensão, a assimilação e a abordagem pessoal do tema tratado, mas também o esforço criativo e de busca de informação adicional realizado;
- b) uma prova escrita com perguntas breves, em que se avaliarão aspectos como a compreensão de conceitos, a aplicação de conhecimentos a exemplos ou situações práticas, a

referência de uma teoria ou idéia em relação a um autor, uma corrente ou uma época.

Os critérios para a correção e a valoração destas avaliações serão previamente conhecidos pelos alunos e, em especial nas avaliações objetivas, os próprios alunos poderão revisar a correção, quando poderão eles mesmos reconhecer suas falhas, seus acertos, as discordâncias assinaladas e suas dificuldades de aprendizagem.

Quando da observação e do acompanhamento do aluno, o professor centrar-se-á no seu grau de trabalho em aula, tanto individual como em grupo, no seu grau de participação nos debates, exposições etc. que se façam em classe, no interesse demonstrado através das dúvidas ou questões que coloca, e no trabalho realizado fora de sala de aula. Para isso, o professor tomará nota regularmente tanto do nível de participação do aluno em classe quanto do volume e da qualidade das atividades realizadas.

A quantificação final das notas individuais será obtida com base aproximada nas seguintes porcentagens: o trabalho de síntese comportará cerca de 40% da nota, a avaliação escrita, outros 40%, sendo reservados os 20% restantes para a observação e o acompanhamento do trabalho individual do aluno por parte do professor. Com este sistema pretende-se que nem todo o peso da qualificação recaia unicamente na compreensão e/ou na memorização de determinados conceitos nem somente na criatividade ou motivação demonstradas, mas que se levem também em conta o esforço, a participação e a evolução do aluno ao longo de todo o semestre.

## 12 BIBLIOGRAFIA E MATERIAL DE APOIO

Para o desenvolvimento da disciplina, será utilizado um farto material de apoio, baseado tanto em textos escritos quanto em vídeos e internet. Uma amostra do material já previamente selecionado vai abaixo identificado.

Artigos de jornais e revistas atuais, principalmente de circulação nacional

BAZZO, Walter Antonio. *Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: Edufsc, 1998.

BIJKER, Wiebe E. *The social construction of technological systems*. London: MIT press, 1997.

CHASSOT, Attico. *A ciência através dos tempos*. São Paulo: Moderna, 1994.

ECO, Umberto. *O nome da rosa*. Rio de Janeiro: Record, 1986.

GAMA, Ruy (org.). *Ciência e técnica : antologia de textos históricos*. São Paulo: T.A. Queiroz, 1992.

GARCÍA, Marta I.G., CERESO, José A.L., LUJÁN, José L. *Ciência, tecnologia y sociedad. Uma introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos, 1996.

\_\_\_\_\_. *Ciência, tecnologia y sociedad (lecturas seleccionadas)*. Barcelona: Ariel, 1997.

HAZEN, Robert M., TREFIL, James. *Saber ciência : do big bang à engenharia genética, as bases para entender o mundo atual e o que virá depois*. São Paulo: Cultura editores associados, 1995.

JARROSSON, Bruno. *Humanismo e técnica : o humanismo entre economia, filosofia e ciência*. Lisboa: Instituto Piaget, 1996.

LENTIN, Jean-Pierre. *Penso, logo me engano; breve história do besteiro científico*. São Paulo: Ática, 1996.

PACEY, A. *La cultura de la tecnología*. México: Fondo de Cultura Económica, 1990.

PALACIOS, Fernando Álvarez, OTERO, Germán Fernández-Posse, GARCIA, Teresa Ristori. *Ciencia, tecnologia y sociedad*. Madrid: Labirinto, 1996.

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

- ROBERTS, Royston M. *Descobertas acidentais em ciências*. Campinas: Papirus, 1993.
- RONAN, Colin A. *História ilustrada da ciência*. v. I, II, III, IV. Rio de Janeiro: Zahar, 1983.
- SANZ, Mariano Ayarzagüena, MORATALLA, Tomás Domingo, GÓMEZ, Yolanda Heranz, GONZÁLEZ, Agustín Ramón Rodríguez. *Ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Editorial Noesis, 1996.
- TORTAJADA, José Félix Tezanos, PELÁEZ, Antonio López. *Ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Editorial Sistema, 1997.
- Videoteca & filmoteca: *Tempos modernos* – Charles Chaplin; *Contatos imediatos de terceiro grau* – Steven Spielberg; *A guerra do fogo* – Jacques Annaud; *2001, uma odisséia no espaço* – Stanley Kubrik; *A laranja mecânica* – Stanley Kubrik; *Blade Runner* – Ridley Scott; *Dersu Uzala* – Akira Kurosawa; *Frankenstein* – James Whale; *A miragem do mar* – Jacques Costeau; *Nauru* – Jacques Cousteau; *Os ritmos do sistema* – BBC; *Sujeira e desordem* – BBC; *Repita comigo* – BBC; *A mãe das invenções* – BBC; *Futuro perfeito* – BBC; *Máquinas de guerra* – BBC; *Um degrau acima* – BBC; *A lâmina do açougueiro* – BBC; *Leonardo da Vinci, a ventura do gênio universal* – IBM.
- WINNER, Langdon. *La ballena y el reactor : una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología*. Barcelona: Gedisa, 1987.
- Web – OEI <http://www2.ncsu.edu/ncsu/chass/mds/stslinks.html>

### 13 CONCLUSÃO

Consideramos ser inócuo ficarmos apenas apostando em modificações das grades curriculares, na tentativa de gerar medidas que visem uma melhoria na preparação de nossos estudantes. Para suprir um mercado de trabalho e uma sociedade que se modificam com uma dinâmica sem precedente na história da humanidade, consideramos ser necessário mais do que simplesmente isso. Mas julgamos também que algumas inserções ou alterações curriculares, bem estudadas, possam representar focos que ensejem melhorias futuras. É nesse sentido que esta proposta se enquadra.

Apesar da complexidade inerente a uma tentativa de estabelecer conteúdos com abordagens CTS, principalmente quando se considera que nos cursos brasileiros que trabalham com a educação tecnológica não existe uma cultura nesse sentido, parece-nos pertinente tal desafio. Apostar na capacidade reflexiva das pessoas, nas suas atitudes críticas em relação aos conhecimentos que estão sendo trabalhados nas escolas pode representar um caminho mais sensato a ser seguido.