

## ALGUMAS CONTRIBUIÇÕES DA MODELAGEM MATEMÁTICA AOS ESTUDOS CTS

André Luís Lui, (UTFPR), Simone Raquel Casarin Machado,  
(Orientadora/UFSC), e-mail: [andrelui.lui@hotmail.com](mailto:andrelui.lui@hotmail.com),  
[akalahaya@gmail.com](mailto:akalahaya@gmail.com).

Universidade Tecnológica Federal do Paraná / Paraná/ Curso de Tecnologia  
em Automação Industrial – Pato Branco – PR  
Universidade Federal de Santa Catarina/ Santa Catarina<sup>1</sup> - Programa de  
Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – Florianópolis – SC.

**Palavras-chave:** CTS, modelagem matemática, ambiente.

### Resumo:

Neste trabalho apresentamos algumas reflexões em torno do tema CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e suas imbricações as questões ambientais. A construção deste artigo se deu através do estabelecimento de um diálogo interdisciplinar, próprias deste tipo de abordagem que ocorreu dentro do Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação e, que permitiram avançar nas reflexões e críticas tecidas. A partir dos elementos, que fazem parte dos estudos CTS, é discutida a importância de eliminação ou minimização dos impactos causados pelos novos artefatos tecnológicos ao meio ambiente que se traduziram nos objetivos deste estudo. Para tanto, apresentamos uma proposta de inserção e discussão do enfoque CTS, sob a perspectiva da Modelagem Matemática.

### Introdução

No desenrolar da história, percebem-se os avanços e o vultoso crescimento da tecnologia, sob a influência dos meios de comunicação em massa. Muitas vezes sem que nos apercebamos, somos envolvidos por este emaranhado de artefatos tecnológicos, beneficiando-nos desta nova tecnologia. Estes aparatos são cada vez mais numerosos, e seus objetivos se traduzem na tentativa de influenciar nossos sentidos, idéias e concepções, e, conseqüentemente nossas emoções.

Tais tecnologias têm influenciado cada vez mais nossas vidas, adentrando e envolvendo-nos em “benesses”, cujas influências aparentemente nos parecem satisfatórias e por esta razão sequer nos preocupamos com o destino final que será dado a ela. De fato, acredita-se cada vez mais que o papel da tendência tecnológica seja a substituição do “antigo” pelo “novo”, sob o pretexto da garantia de satisfação e facilidade às nossas vidas.

---

<sup>1</sup> Bolsa de mestrado pela CAPES.

Esta crença está ainda presente no ensino tecnológico, por meio do desenvolvimento de um ensino linear voltado para o sistema produtivo industrial, traduzido na busca por profissionais com grande capacidade técnica. Parece-nos importantíssimo que se discuta as imbricações que a ciência e a tecnologia proporcionam a sociedade. Para isso é necessário que estejamos apoiados em bases epistemológicas, ou seja, que compreendamos que a tecnologia não é neutra e acima de tudo, é de fundamental importância que estejamos preocupados com sua geração e utilização de maneira consciente.

É patente que os artefatos tecnológicos presentes em nossas casas, analisados sob o prisma do progresso técnico tendem a uma visão errônea e ingênua de que a criação de condições materiais seja imprescindível a sobrevivência humana. É necessário olhar com cautela os aspectos positivos e nocivos a sociedade provocada pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

Este olhar nos permite sugerir algumas provocações como: as novas tecnologias de fato sempre atendem as necessidades das pessoas? Existem políticas governamentais que dão suporte as inovações tecnológicas? Para que e para quem serve a nova tecnologia? Qual o compromisso social envolvido na criação de novos artefatos? Como a educação tecnológica, inserida em um contexto de mudanças e avanços tecnológicos vem desempenhando seu papel?

Não há dúvida de que todas essas interrogações são pertinentes e complexas. Ao mesmo tempo em que não são novas, elas se oferecem a discussão e a uma reflexão crítica comprometida. Tentaremos ao longo deste artigo, dialogar com algumas destas questões postas acima, porém, cabe ressaltar que nossa real intenção é provocar o debate e incitar a reflexão.

Nosso objetivo, portanto, é analisar as imbricações ambientais desta nova tecnologia, sob a perspectiva do enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Com base nas reflexões apresentadas neste estudo, buscamos aproximações entre o ensino CTS e a abordagem ambiental e sua indiscutível importância.

A discussão sobre o tema se justifica por entendermos que os avanços tecnológicos são indissociáveis a condição humana, porém, faz-se necessário a instituição de novas abordagens que atentem para as implicações socioculturais da nova tecnologia e suas inter-relações com a ciência e a sociedade. O entendimento do papel desempenhado pela tecnologia enquanto elementos culturais são igualmente inseparáveis de questões éticas, morais e ideológicas. De acordo com (BAZZO, PEREIRA & LINSINGEN, 2008):

Nesse sentido, um deslocamento dos aspectos mais tradicionais permite tratar aspectos da tecnologia através de inter – relações mais realísticas, conferindo sentido abordagens que até agora eram consideradas como não pertencentes ao campo de ensino das técnicas. Tomam

corpo, assim, novos entendimentos sobre a tecnologia e sobre o seu papel, aceitando-a como produção social, da qual ela não pode ser separada. (BAZZO, PEREIRA & LINSINGEN, 2008, p.16)

Não basta aceitar a produção tecnológica enquanto produção social, sem que adquiramos um sentimento, um sendo crítico daquilo que vale a pena ser produzido e/ou consumido. Apesar da importância das mais diversas tecnologias que parece provar a superioridade do homem sobre a natureza, somos incapazes de compreender que a satisfação das necessidades físicas da nossa sociedade é acima de tudo uma necessidade social e não econômica.

Esse tipo de atitude pode estar relacionado às concepções ideológicas, algumas vezes resultantes de uma formação deficitária. Na maioria das áreas de formação profissional, tais temas quando são abordados, suscitam rápidas discussões, devido em partes a estrutura de ensino baseada na repetição e memorização, descompromissada com o desenvolvimento de uma postura que garanta a reflexão sobre a ação.

Numa tal perspectiva, a maneira como encaramos a nova tecnologia produzida – que integra a ação de produzir e consumir - influencia sobremaneira a tomada de uma postura reflexiva sobre esta ação. Desta maneira, se nos desprendermos de ideologias mesquinhas e atitudes acrílicas, é possível que possamos atacar os problemas causados por esta nova tecnologia, ao mesmo tempo em que minimizamos os impactos ambientais provocados.

### **Um novo produto**

Nosso ensejo, talvez um tanto pretensioso, traduzido sob título deste artigo, vai tomando forma na medida em que analisamos os impactos provocados pelos produtos industrializados que surgem a cada dia no mercado. Mas a questão não se esgota aí. É bem provável que a grande questão não se encontra (pelo menos não exclusivamente) naquilo que entendemos como produção desenfreada de novas tecnologias. A questão deve ser, portanto, social, tendo em vista que o progresso científico e tecnológico conduz necessariamente a discussão de questões ambientais.

A par destas dificuldades, defendemos o conhecimento de questões relativas ao aquecimento global – enquanto um fenômeno não natural - e suas conseqüências, oriundas das ações agregadas à própria evolução humana. Atitudes como separar o lixo, ir de ônibus ao trabalho, utilizar fontes renováveis de energia são pequenos contributos, que somados ao compromisso ético em defesa da nossa própria sobrevivência, podem trazer resultados deveras significativos.

Neste contexto, só se pode esperar que o fruto desta nova tecnologia, que culminou na evolução dos aparatos e artefatos tecnológicos, cobrará um preço alto demais a ser pago – poluições, enchentes, secas, etc. Enfim, são inúmeros os efeitos colaterais causados pela inexistência de um

comprometimento em relação à contribuição que esta nova tecnologia pode oferecer ao desenvolvimento social.

O ponto central que queremos colocar em discussão são as imbricações ambientais, as reais benesses e conseqüências, causadas pela inserção dos artefatos e produtos tecnológicos. Particularmente, buscamos compreender até que ponto estes artefatos tecnológicos são responsáveis pelos desastres ambientais ocorridos nos últimos tempos.

Outro ponto que gostaríamos de chamar a atenção refere-se ao relacionamento que o homem mantém com seus aparatos tecnológicos, que, por um lado aumentam seu conforto e segurança, satisfazendo muitos de seus desejos. Por outro lado, é inquestionável a exigência de uma postura reflexiva, com um olhar mais cuidadoso e crítico sobre as repercussões provocadas por estes mesmos aparatos tecnológicos.

Apesar da constatação inquestionável das benesses que estes vários desses maravilhosos aparatos, durante muito tempo pouco se refletiu sobre as repercussões – principalmente as negativas – que deles resultam. No entanto, agora talvez até por uma questão de sobrevivência, nunca foi tão premente saber mais sobre o que significam de fato tais empreendimentos. É neste contexto que os estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS estão sendo estruturados (BAZZO, PEREIRA & LINSINGEN, 2008, p.158)

O fato é que esta compreensão dos estudos CTS, parece-nos minimamente aceitáveis, na mesma proporção em que estejam vinculados e embasados a questões de cunho moral, ético e de valores. No entanto, deve-se tomar cuidado para que estas questões não escorreguem em visões superficiais, conforme nos alertam (BAZZO, PEREIRA & LINSINGEN, 2008), reduzindo-as apenas a um julgamento de valores:

Quando questões de valores são posta em julgamento, facilmente análises críticas escorregam para visões superficiais maniqueístas. Uma das vertentes desta tendência nos leva a enxergar com nitidez uma distinção artificial entre tecnologia boa e tecnologia má. Uma tal visão reduz abrangência da questão e acaba por desviar atenção para disputas, em grande parte inócuas, entre tecnofanáticos e tecnocatrastróficos (BAZZO, PEREIRA & LINSINGEN, 2008, p.158-159)

Buscamos, desta forma, construir um alicerce crítico - não em prol da tecnologia, muito menos contra o seu desenvolvimento-, que possibilite também a construção de uma identidade que defenda os interesses da ciência, da tecnologia e da sociedade como fruto desta parceria, que promova o debate entre as diversas camadas sociais, sem a falsa impressão

de que o conhecimento tecnológico sempre atenderá as necessidades em defesa do desenvolvimento humano.

Quando pensamos em estudos CTS, estamos exatamente buscando um equilíbrio entre estas tendências e a defesa da tese de que é equivocado achar que o desenvolvimento tecnológico vem produzindo um verdadeiro desenvolvimento humano. (BAZZO, PEREIRA & LINSINGEN, 2008, p.159)

Não há nenhuma dúvida de que ao buscarmos nos estudos CTS, discutir o papel e o compromisso social envolvido na criação de novos artefatos, seja factível estabelecermos um diálogo entre as diversas áreas do conhecimento humano e as diferentes camadas sociais. Ao assumir também o compromisso social que a escola desempenha, estaremos avançando em direção as possíveis soluções e/ou minimização dos impactos sociais, culturais, e acima de tudo ambientais. Conforme (BAZZO, 1998):

No entanto, quando falamos em assumir que a escola deve ser posta como um fator importante no desenvolvimento tecnológico em harmonia com o desenvolvimento social, talvez devêssemos tentar queimar etapas para um país como o nosso – não implicando isso o abandono da busca e a adoção de novas definições importantes sobre ciência e tecnologia, geradas num contexto específico -, através da utilização de exemplos práticos e estudos já realizados em centros mais consolidados, ou que a mais tempo tem se preocupado com semelhantes questões. (BAZZO, 1998, p.200).

Assim, a busca por novas definições importantes sobre ciência e tecnologia sob a perspectiva do enfoque CTS exige uma análise mais aprofundada no seio das instituições de ensino, onde o conhecimento e a alfabetização científica e tecnológica são partilhados entre os pares. Há a certeza de que uma postura aberta à compreensão crítica dos conhecimentos produzidos nas instituições de ensino, pode ser o caminho mais viável ao desenvolvimento de uma práxis comprometida.

Terminamos esta sessão com a seguinte frase de Moacir Gadotti (2000, p.15): “O que fazer para sair de nossos sonhos (*logos*) para a mudança concreta (*práxis*)?”

### **Para uma maior compreensão do método**

Piaget citado por Gadotti (2000, p.213) “dizia que só se aprende quando há um envolvimento profundo com aquilo que é significativo para nós”. Somos obrigados a concordar com ele, pois defendemos que a construção e atribuição de significado ao conhecimento aprendido supõem o reconhecimento de sua importância para nós. Ao propor as oficinas, apoiados na concepção de modelagem que defendemos, buscamos resgatar a discussão e a reflexão de temas CTS. Entendemos que “a Modelagem

Matemática é uma metodologia, uma estratégia de ensino e aprendizagem, um ambiente de aprendizagem ou até mesmo uma técnica de ensino” (Caldeira, 2004: 3-4).

Portanto, ela extrapola os limites da prática, na medida em que toma corpo e persegue os objetivos maiores da educação. A inserção da modelagem enquanto proposta de oficina temática se justifica pela necessidade de se “buscar estratégias alternativas no processo ensino-aprendizagem da matemática que facilitem sua compreensão e utilização e dessa forma a Modelagem Matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los, interpretando suas soluções na linguagem do mundo real.” (Bassanezi, 2006:16).

Apesar de reconhecer a importância da construção dos conhecimentos científicos e tecnológicos, é possível que muitos dos aspectos sócio-culturais envolvidos durante sua construção tenham sido ignorados, acarretando em uma visão fragmentada, distante da realidade e centrada apenas na crença de um conhecimento tecnológico neutro.

Um dos aspectos que sugere dificultar uma construção crítica e criativa de conhecimento tecnológico reside no pressuposto de que o conhecimento científico é constituído e permite operar sobre certezas uma vez que são consolidados sobre a experiência dos sentidos, sendo, portanto, verdadeiros. (BAZZO, PEREIRA & LINSINGEN, 2008, p.145)

Ao negarmos a neutralidade do conhecimento tecnológico e assumirmos as relações culturais e sociais, envolvidas no processo de construção do conhecimento, assumindo suas incertezas e subjetividades, estaremos modificando também a forma como construímos nosso conhecimento – através de modelos e representações. Assim:

Ao se alterar o estatuto técnico - científico de verdade certa, assumindo suas inconsistências, provisoriedade, enfim, o caráter humano e cultural das técnicas, pode-se modificar as características da modelização do conhecimento técnico, possibilitando aos professores propor aos seus alunos atividades importantes desse processo, no sentido de que estes desenvolvam a capacidade de construir seus próprios modelos, e que possam auxiliá-los a reconhecerem suas representações pessoais daquele conhecimento que se deseja ensinar. (BAZZO, PEREIRA & LINSINGEN, 2008, p.145)

Buscamos enquanto educadores, pensar o ensino de forma crítica e somente desta forma, acreditamos ser possível de fato, tirarmos conclusões fundadas em relação aos impactos ambientais provocados pelo desenvolvimento tecnológico. Uma sociedade melhor instruída e atenta as

questões imbricadas ao desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade é o que esperamos.

### **Algumas considerações**

Ao endossarmos a discussão sobre os impactos ambientais e o enfoque CTS, parece-nos pertinente afirmarmos que tal enfoque está calcado sobre pressupostos epistemológicos. Epistemologia é um termo ainda recente, tendo aparecido por volta do século XIX. De acordo com Bazzo, Linsingen e Perreira (2008, p.65):

Epistemologia é um ramo especial da filosofia ocupando – se em situar o lugar do conhecimento científico, estabelecer seus limites e em definir a natureza da ciência. Em função de novas compreensões sobre como se daria o conhecimento que passou a ser amplamente considerado como um processo, e não mais como um produto a ser transmitido e adquirido, hoje podemos dizer que conhecemos quando passamos de um conhecimento menor para um conhecimento maior. (BAZZO, PEREIRA & LINSINGEN, 2008, p.65)

Sendo um ramo da filosofia, podemos em linhas gerais defini-la como o estudo do conhecimento. Sua base para estudos CTS consiste em possibilitar uma investigação de caráter filosófico, apontando e discutindo saberes técnicos e científicos, e suas implicações sociais, ou seja, o estudo da ciência e da tecnologia e suas relações com a sociedade. Compreender o enfoque CTS, é entender os aspectos sociais do fenômeno científico-tecnológico e seus danos à sociedade e ao meio ambiente, conforme encontramos em (BAZZO, PEREIRA & LINSINGEN, 2008, p.161): “Entender os aspectos sociais do fenômeno científico-tecnológico, tanto no que diz respeito às suas relações sociais como no que diz respeito suas conseqüências sociais e ambientais. O enfoque geral é de caráter interdisciplinar [...]”.

Justamente por ser de caráter interdisciplinar, um dos principais objetivos dos estudos CTS, é eliminar o crescente abismo que se consolidou entre a cultura humanística e a cultura científica - tecnológica, que impede que estas propostas se integrem à sociedade.

Notadamente, a interdisciplinaridade é intrínseca ao processo de Modelagem Matemática. O tratamento desta questão, na oficina temática é indispensável para a construção de uma nova compreensão do papel do ensino CTS, avançando democraticamente pela possibilidade de mudanças e transformações educacionais e políticas.

Entender a ciência e a tecnologia como processos sociais que respondem em parte a valores e interesses externos e

que tem um considerável interesse público pelas consequências que deles derivam é também, em qualquer país onde a palavra democracia goza de qualquer sentido, defender a renovação dos tradicionais conteúdos educativos e a transformação das atuais estruturas políticas. (BAZZO, PEREIRA & LINSINGEN, 2008, p.164)

Defender a renovação e a transformação dos processos educativos atuais requer uma conscientização junto à academia, partilhando as responsabilidades - não deixando apenas a cargo dos governantes. Desta forma os estudos CTS aliado a perspectiva da modelagem ganhariam força, podendo minimizar ou até eliminar totalmente os impactos ambientais e suas implicações.

### **A proposta da oficina temática**

A proposta da oficina temática é trabalhar com educadores e educandos interessados na discussão do tema: Ciência, Tecnologia e Sociedade por meio de atividades práticas que envolvam a perspectiva da Modelagem Matemática. Assim, optamos pelo desenvolvimento de oficinas de formação que abordem os impactos ambientais imbricados na relação CTS, de acordo com as cinco etapas sugeridas por Burak (1992) (1998) e Burak & Klüber (2008).

A organização da oficina terá as seguintes etapas:

1ª etapa: Escolha do tema:

Nessa etapa, Propomos aos participantes alguns temas referentes ao enfoque CTS, que podem ser trabalhados sob a perspectiva da Modelagem Matemática.

2ª etapa: Pesquisa exploratória:

Esta etapa será realizada através da exploração de livros e dados coletados *in loco* e/ou na internet. Propomos aos participantes da oficina, a realização de uma pesquisa exploratória, com o intuito de levantar dados e possibilitar o desenvolvimento de uma postura investigativa e crítica. De posse dos dados coletados, é imprescindível que o grupo faça uma análise e discussão destes, descartando as informações irrelevantes, e, se caso necessário for, busque outras informações que complementem a pesquisa.

3ª etapa: Levantamento dos problemas:

Faremos nesta etapa, uma discussão dos aspectos sociais envolvidos no processo de atividades que envolvem o enfoque CTS: natureza dos objetos, problemas imbricados na relação CTS, criação de um ambiente de aprendizagem que possibilite discussões entre educador e educando, o uso desta perspectiva no ambiente de ensino e aprendizagem. Serão levantadas nesta etapa, questões que suscitem o trabalho com as ferramentas matemáticas.

4ª etapa: Resolução dos problemas:

Nesta quarta etapa, estarão em pauta a criação de “modelos” que se aproximem ou solucionem os problemas levantados na etapa anterior. Todo o trabalho desenvolvido nesta etapa tem a pretensão de envolver os participantes na construção de modelos matemáticos, por meio do uso das ferramentas matemáticas.

5ª etapa: Análise crítica das soluções:

Na análise crítica das soluções, se dará a conclusão das atividades. Nesta fase verificam-se os(s) modelos(s) construídos na etapa anterior, analisando se estes modelos são capazes de descrever com precisão - ou de forma aproximada - as soluções dos problemas propostos. Na etapa de análise crítica das soluções dá-se validação do processo de modelagem, verificando desta forma, se o modelo encontrado pode ser validado, quando se aproxima da solução do problema, caso contrário, novos modelos devem ser elaborados.

## **Conclusões**

Como resultado deste trabalho, concluímos que é indispensável pensar o ensino CTS, enquanto processo social agregado a valores éticos e morais, bem como as implicações sociais e suas conseqüências. Para tanto, pensamos no oferecimento de uma oficina temática, sobre a perspectiva da Modelagem matemática, que esteja comprometida com estes valores e, que esteja calcada em pressupostos epistemológicos, conduzindo necessariamente ao desenvolvimento de uma postura crítica e reflexiva.

Em face das considerações registradas neste artigo, ao se pensar na eliminação ou mesmo diminuição dos impactos ambientais causados pelo avanço tecnológico, foram travados uma série de questionamentos que nos permitiram avançar ainda mais nas discussões em torno do tema.

Assim, acreditamos no potencial que a proposta da oficina representa, por trabalhar a partir de um tema de interesse social e por estar em consonância com uma práxis educativas e democráticas própria da Modelagem Matemática, que suscite não apenas a reflexão, mas sim, a uma ação sobre esta.

## **Referências**

- Bassanezi, R. C. Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática. 3. ed. Contexto. São Paulo, 2006.
- Bazzo, V. A. Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica. Edufsc. Florianópolis, 1998
- Bazzo, V. A; Pereira, L. T. Linsingen, I, V. Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia. 2. ed. Edufsc. Florianópolis, 2008.
- Burak, D. (Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem) Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, 1992.

Burak, D. (Formação dos pensamentos algébricos e geométricos: uma experiência com modelagem matemática) *Revista Pró-Mat.* 1998, 1, 32-41.

D. Burak.; T. E. Klúber. (Atividades de Modelagem Matemática no ensino fundamental) In Anais do 3º Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática, Guarapuava, 2008, Vol. 1, 638-655.

A. D. Caldeira. (Modelagem matemática: produção e dissolução da realidade) In Anais do 8º Encontro Nacional De Educação Matemática, Recife, 2004, Vol. 1, 1-11.

Gadotti, M. *Perspectivas atuais da educação.* Artemed. Porto Alegre, 2000.