

Sobre as muitas variáveis – e incógnitas – que se articulam em torno da complexa e não linear relação entre engenharia e vida

RESUMO

Neste artigo apresentamos discussões sobre a imbricada relação entre o binômio desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento humano no âmbito da educação em Engenharia e defendemos que, por meio de sua equalização, será possível efetivar uma educação tecnológica mais comprometida com o bem viver coletivo. Como percurso metodológico usamos a pesquisa bibliográfica e por meio dela construímos encaminhamentos de cunho reflexivo/propositivo. Nesse sentido, constatamos que: (a) a educação em Engenharia precisa reavaliar o modelo de desenvolvimento tecnológico que, historicamente, reproduz; (b) as repercussões da tecnologia no processo civilizatório contemporâneo nos levam a pensar em fragilidades do enfoque CTS como interface de formação e, nessa perspectiva, trabalhamos com o conceito de Equação Civilizatória para relacionar as questões técnicas e humanas; e (c) a formulação e resolução desta complexa e não linear equação passa por uma educação mais interdisciplinar e menos ‘comportada’.

PALAVRAS-CHAVE: Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Equação Civilizatória. Educação em Engenharia. Questões contemporâneas.

Leandro Bordin

lbordin@uffs.edu.br

Universidade Federal da Fronteira Sul,

Walter Antonio Bazzo

walter.bazzo@ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina,
Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

INTRODUÇÃO

Qual a relação entre Engenharia e vida (plena)? Quais as implicações da Engenharia e da tecnologia no processo civilizatório contemporâneo ou, em outros termos, que grau de correspondência é possível estabelecer entre desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento humano? A educação em Engenharia, para além da formação técnica/tecnológica, dá conta de formar cidadãos comprometidos e responsáveis com os problemas coletivos da atualidade? Estas perguntas dão o tom do texto que segue, com a pretensão de trazer à tona reflexões acerca do enfoque CTS na educação em Engenharia, desvelando a complexa relação entre o binômio desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento humano.

Cientes de que muito já se discutiu e produziu acerca do enfoque CTS, constatamos, infelizmente, pouca efetividade dessa abordagem nos processos educacionais no campo das Engenharias. Afinal, quantos cursos apresentam em sua organização disciplinas desta natureza? Para além de disciplinas isoladas, quantos cursos apresentam projetos pedagógicos (inteiros) articulados em torno de questões CTS? É indiscutível que a ciência e a tecnologia não podem ser tratadas de forma dissociada do seu contexto histórico, social, cultural e político e, para tanto, consideramos que o processo formativo em Engenharia precisa ser repensado e atualizado com o propósito de articular discussões mais amplas, consistentes, críticas e interdisciplinares. Uma educação em Engenharia, calcada na premissa da 'tecnologia pela tecnologia', não dá conta da formação de profissionais que atuarão no âmbito de uma sociedade que carece, cada vez mais, de 'humanos' e não apenas de 'técnicos'.

As concepções de mundo, de sociedade e, por consequência, de vida estão latentes nesse processo. É o conjunto de conhecimentos e interpretações da realidade que fortemente alicerça o processo de ensino-aprendizagem e, portanto, determina a formação de um profissional, meramente repetidor de teorias e técnicas, ou comprometido com as demandas sociais oriundas de um mundo em constantes transformações. Frente a tantos problemas civilizatórios contemporâneos, é urgente que, como defende Bazzo (2014, p. 220), para além dos “conceitos, regras e padrões”, o processo formativo em Engenharia deve proporcionar aos estudantes, oportunidades de vivenciar “princípios, procedimentos e atitudes”.

Nesse sentido, no presente texto, objetivamos provocar discussões acerca da pertinência de equalizar o binômio desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento humano na educação em Engenharia. Assumimos a responsabilidade de um objetivo que, num primeiro olhar, pode parecer amplo demais, mas que revela nossa intencionalidade: apresentar fatos, construir argumentos e estimular o leitor a estruturar conosco soluções para esta complexa tarefa. Os elementos aqui apresentados são fruto das reflexões e trabalhos (alguns deles em fase inicial) dos autores – com formação em Engenharia – que vivenciam os desafios e as potencialidades de ser professor em cursos que apresentam forte impacto na proposição e construção de interfaces entre o ser humano e seu entorno. Para além de nossas práticas, as ideias e provocações aqui apresentadas, são sustentadas por vários autores contemporâneos de diferentes áreas de

formação que nos apresentam pertinentes enfoques sobre o processo civilizatório em curso e nos fazem refletir sobre os caminhos da vida em sociedade e, por consequência, sobre o papel da educação no contexto conturbado em que vivemos. Convém deixar registrado que esta escolha é consciente e apresenta o propósito de reoxigenar a discussão sobre o que seja, de fato, CTS na atualidade.

Além disso, alicerçamos nossa construção em situações problemáticas do cotidiano por entendermos que CTS se constitui, ainda mais fortemente nos tempos atuais, na interdisciplinaridade. Ao darmos voz e sentimento ao que se passa na sociedade estamos desvelando a redoma que encobre as sedimentadas relações entre ciência, tecnologia e sociedade e contribuindo para minimizar a confusão e o distanciamento entre desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento humano. Afinal, entender CTS sem compreender as questões diárias que estão nas mais variadas fontes (em grande parte não acadêmicas) é contribuir para a perpetuação do pedestal que, historicamente, ocupam a ciência e a tecnologia.

Nossa abordagem metodológica, portanto, usa a pesquisa bibliográfica como subsidiária para encaminhamentos de ordem reflexiva e propositiva. Por meio do cenário – social e educacional – que será posto, apresentaremos alguns (des)caminhos que, devido a dinamicidade de tais contextos, não se apresentam como regras e receitas, mas como elementos perturbadores e impulsionadores de novas práticas para todos aqueles que acreditam numa formação integral e interdisciplinar.

Vargas Llosa (2013), ao fazer uma radiografia dos tempos atuais em seu livro “A civilização do Espetáculo”, chama atenção para a necessidade de se recuperar o sentido tradicional de cultura. Para o autor, esta deve ser entendida não somente como conhecimento formal, mas sim como alicerce de uma vida plena, contemplando, dessa forma, ciência, política, arte, literatura, cinema, música, sexualidade e espiritualidade, por exemplo. O autor constata que a banalização das artes e da literatura, o triunfo do jornalismo sensacionalista e a frivolidade da política são características dominantes e plenamente incorporadas no cotidiano. Lamenta que nos dias atuais a cultura tem se aproximado cada vez mais do entretenimento e da diversão, deixando de lado o esforço intelectual da reflexão.

No capítulo dedicado à educação, Vargas Llosa (2013) questiona se as universidades são centros de formação cultural ou meras instituições produtoras de mão de obra, identificando-se com a cultura de massas. Sua provocação corrobora com os argumentos aqui expostos e faz pensar sobre a formação 'engessada' que a maioria das escolas de Engenharia proporciona aos jovens brasileiros.

Convém destacar que a sólida formação técnica e tecnológica que estas escolas se esforçam para promover está, neste texto, sendo questionada, visto que acreditamos que tal solidez só será plena na medida em que as questões do desenvolvimento humano estejam, de fato, presentes no espaço educativo. A pretensão é, pois, apontar que, no cenário contemporâneo, é urgente e necessário abrir espaço para uma formação mais ampla e integradora que propicie, de fato, razões para celebrar o potencial da Engenharia como propulsora de mudanças pessoais e sociais.

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: PRECEITOS E CONTRIBUIÇÕES

Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS – define um “campo de trabalho cujo objeto de estudo está constituído pelos aspectos sociais da ciência e da tecnologia, tanto no que concerne aos fatores sociais que influem na mudança científica-tecnológica, como no que diz respeito às consequências sociais e ambientais” (BAZZO; LISINGEN; PEREIRA, 2003). Num contexto mais contemporâneo, podemos pensar em ampliar os fatores e consequências – sociais e ambientais – para muitas outras variáveis que se articulam em torno de questões políticas, econômicas, éticas e culturais, por exemplo.

A origem – americana e europeia – dos estudos CTS é datada do final dos anos 60 e início dos anos 70 e constitui uma reação às concepções tradicionais¹ de Ciência e Tecnologia, delineando uma nova posição acerca dos rumos que o desenvolvimento tecnocientífico deveria assumir. Desenvolve-se no campo da pesquisa, das políticas públicas e da educação (BAZZO; LISINGEN; PEREIRA, 2003).

No cenário brasileiro, muito tem se produzido em termos de estudos CTS. Faz-se menção aqui a Walter Antonio Bazzo e Renato Dagnino, ambos de formação em Engenharia, que nos últimos anos têm disponibilizado importantes trabalhos no âmbito das implicações sociais da ciência e da tecnologia. Atuando em diferentes frentes, e num crescente em conjunto, inclusive com outros pesquisadores de variadas áreas de formação, apontam caminhos nas três direções anteriormente citadas e fazem refletir sobre a formação em Ciência e Tecnologia e sobre os rumos do desenvolvimento tecnocientífico brasileiro. Enquanto o último produz discussões no campo, principalmente, das políticas públicas, o primeiro é contundente na defesa de uma educação tecnológica mais integradora e comprometida com o aprimoramento das relações sociais e com os princípios de equidade no processo civilizatório em curso. Bazzo (2016) tem investido esforços na compreensão e disseminação de uma nova forma de equacionar - à qual tem chamado de Equação Civilizatória - os tantos elementos da imbricada relação entre os aspectos técnicos e as questões humanas.

De toda forma, convém destacar, ambos os autores orientam que a discussão sobre os estudos CTS deve extrapolar os limites do espaço universitário. Dagnino (2010, p. 17) alerta que a estratégia usada pelos estudos CTS, “de através da participação pública na ciência, incorporar critérios éticos às decisões acerca de como utilizar os conhecimentos produzidos, o que faria com que fossem usados para o bem, não parece estar dando resultado”. A discussão desse autor se encaminha para questões relacionadas à Política Científica e Tecnológica (PCT) no contexto ibero-americano e brasileiro. Para o autor, existe um hiato entre a orientação da PCT e os estudos (que são muitos) sobre CTS.

No mesmo sentido, Bazzo, Lisingen e Pereira (2003, p. 9) destacam a importância dos estudos CTS para além do âmbito acadêmico. Ao colocar o processo tecnocientífico no contexto social e defender a necessidade da participação democrática na orientação do seu desenvolvimento, os estudos CTS adquirem uma relevância pública de primeira magnitude”. Nos dias atuais, os caminhos da ciência e da tecnologia e suas implicações na vida humana extrapolam o campo acadêmico e convergem para o conjunto da sociedade.

Tem-se claro que esta questão envolve uma série de condicionantes. Mudanças conceituais e epistemológicas se fazem necessárias. O uso indiscriminado da expressão CTS para mascarar intervenções superficiais sobre o tema precisa ser superado. As incursões sobre a temática devem ser mais claras e

precisas. Dagnino (2010) e Bazzo (2014) alertam que a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade não pode ser entendida através de um enfoque centrado na avaliação do impacto (dito não esperado) das primeiras sobre a última, uma vez que ele decorre da intencionalidade de atores nela envolvidos, os quais possuem projetos e interesses (de vida) muitas vezes antagônicos.

Destacamos a dimensão educativa, neste contexto, por acreditar que, para que os estudos CTS consigam extrapolar os espaços formais de educação, eles precisam estar na pauta de discussão nesses espaços. Para entender a imbricada e nunca linear relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, é preciso investir esforços para que questões problemáticas contemporâneas ocupem o tempo das salas de aula das escolas de Engenharia. Para além de agentes desenvolvedores de soluções tecnológicas para a sociedade, os profissionais de Engenharia são membros desta mesma sociedade e, portanto, precisam estar conscientes das repercussões da ciência e da tecnologia no mundo em que vivem. Precisam garantir e, ao mesmo tempo, exigir a democratização das decisões socialmente relevantes no desenvolvimento tecnocientífico. Para tanto, a formação humana associada à técnica é imprescindível. Desenvolver a capacidade de analisar crítica e interdisciplinarmente a Ciência e a Tecnologia no contexto social, se apresenta como uma dimensão urgente na formação do profissional de Engenharia da atualidade.

Bazzo, Pereira e Bazzo (2014) discutem as possibilidades de inserção do enfoque CTS nos atuais currículos de Engenharia de acordo com três alternativas:

- a) Enxertos CTS: é o caso onde se mantém a estrutura disciplinar tradicional e são enxertados temas específicos CTS nos conteúdos estudados.
- b) Enxertos de disciplinas CTS no currículo: situação na qual se mantém a estrutura geral do currículo, porém se cria espaço para uma nova disciplina CTS.
- c) Currículo CTS: caso ideal, onde se tem um currículo em que todas as disciplinas tenham abordagens CTS.

Convém ressaltar que entre o real (quase inexistência de discussões acerca dos aspectos sociais da tecnologia) e o ideal (currículo articulado em termos de CTS) há diferentes nuances que precisam ser consideradas. Mudanças paulatinas, mas urgentes, são necessárias para que o conjunto de envolvidos se adapte a essa nova situação. É um desafio, considerando a formação tradicional dos engenheiros e engenheiras que hoje atuam como docentes. Bazzo (2014, p. 13) destaca que nos atuais moldes da educação tecnológica se estabelece um “círculo vicioso”, uma vez que os profissionais formados em tal realidade e que atuam como professores “perpetuam não só os aspectos positivos necessários à manutenção do estilo de pensamento da comunidade profissional, mas também os seus desacertos”.

Neste ponto, defendemos a necessidade de se investir esforços na formação continuada dos professores engenheiros. Cunha (2010, p. 28) propõe uma reflexão interessante acerca da formação do professor universitário, que cabe muito bem para o caso dos professores das áreas tecnológicas: de forma diferente dos outros graus de ensino, este docente se constitui tendo como base a profissão paralela que exerce ou exercia no mundo do trabalho. Sendo assim, destes professores “costuma-se esperar um conhecimento do campo científico de sua área, alicerçado nos rigores da ciência e um exercício profissional que legitime esse saber no espaço da prática”. No entanto, é fato que não basta dominar os aspectos técnicos da profissão para ensinar. Não basta ser engenheiro para ensinar. Além do conhecimento específico da área que vai ser ensinada, o professor necessita

alicerçar sua prática nos saberes da ciência da educação. Isso pressupõe que o professor engenheiro precisa se responsabilizar, conjuntamente com a instituição de ensino, por sua profissionalização docente, a qual deve estar ancorada em procedimentos estruturados, consistentes, conscientes e constantemente atualizados.

No cenário dinâmico da educação em Engenharia, torna-se mister a manutenção de uma rotina de desenvolvimento pessoal, profissional e organizacional na/da profissão docente. Recomendamos, pois, que a implementação de programas de formação continuada de professores de tecnologia deve ser uma meta e uma realidade nas Escolas de Engenharia. Assim, será incorporada uma cultura de formação – teórico-metodológica, epistemológica e didático-pedagógica – que por certo resultará numa melhoria significativa na qualidade na educação.

IMPLICAÇÕES DA TECNOLOGIA NO PROCESSO CIVILIZATÓRIO CONTEMPORÂNEO

No cenário conturbado da atualidade, que tipo de relação é possível estabelecer entre desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento humano? Até quando será possível reproduzir e servir a um modo de produção e de vida alicerçado no poder, no prazer e no ter sem medida? Qual o papel da Engenharia – como desenvolvedora de tecnologias – para atenuar o colapso que parece iminente?

Ao pensar em questões contemporâneas relacionadas ao processo civilizatório, não é difícil encontrar, a partir de uma busca rápida em noticiários, em sites da internet e no entorno, muitos exemplos que corroboram a ideia de que o ser humano, mesmo com toda a formação intelectual e as benesses do 'avanço' científico e tecnológico, parece perdido no relacionamento com o espaço físico e principalmente no trato com o seu semelhante.

Vive-se uma crise hídrica², com previsões cada vez mais catastróficas ante o atual modelo de desenvolvimento que, via de regra, submete a sociedade aos interesses privados de exploração e produção. O desmatamento e a poluição do ar atingem níveis alarmantes. O consumo e a exploração de combustíveis fósseis não dão sinais de que irão retroceder – ou no mínimo estacionar. A matriz energética mantém-se ambientalmente impactante e percebem-se poucos investimentos e interesse em formas alternativas de energia: novamente os interesses privados de grandes corporações, que visam ao lucro máximo, se sobrepõem aos investimentos públicos para o setor. Há, ainda, um grande déficit habitacional com elevados índices de locais sem saneamento básico³: estima-se que cerca de 40% da população brasileira – 77 milhões de habitantes – ainda carece de um eficaz sistema de abastecimento de água e que 60% – 114 milhões de pessoas – não dispõe de solução adequada para seu esgotamento sanitário. Aumentando o rol de problemas contemporâneos convém destacar, no contexto brasileiro, o rompimento da barragem da mineradora Samarco no município de Mariana/MG que destruiu grande parte do ecossistema local e vitimou e impactou inúmeras vidas humanas⁴. A catástrofe liberou 62 milhões de metros cúbicos de rejeitos e, para além dos sérios impactos ambientais (de curto e longo prazos), acarretou incontáveis prejuízos sociais, econômicos e culturais.

É preciso dar destaque às questões de mobilidade humana e ao problema dos imigrantes e refugiados⁵ em tantos países mundo afora. Estimativas indicam, no ano de 2016, que ainda não finalizou, chegaram à Europa através do Mediterrâneo mais de 300.000 migrantes. Como não se perguntar que desespero é esse que faz com que tantas pessoas se 'joguem' no mar para cruzar fronteiras em busca de melhores condições para si próprias e para suas famílias. O que dizer também das guerras que fazem cada vez mais vítimas em nome do poder? Neste ponto, há que se fazer referência à Guerra na Síria⁶, amplamente conhecida na atualidade por vitimar um número expressivo de civis e que choca os noticiários mundiais com a morte de indefesas crianças. Essa insaciável necessidade do ser humano por poder estabelece e agrava crises políticas, econômicas, sociais e ambientais. Quantos interesses escusos, quantas vidas interrompidas e quanta falta de tolerância. Intolerância racial, religiosa e de orientação de gênero que faz vítimas em números preocupantes.

Impossível não evidenciar os tantos efeitos colaterais negativos que a globalização⁷ acarretou ao ser humano: a restrição da liberdade, a acentuação das desigualdades e a exploração do trabalho. Há ainda que se fazer menção aos 13% da população mundial que, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), vive em extrema pobreza e as 800 milhões de pessoas que, mesmo com toda produção mundial de alimentos, ainda passam fome⁸. Por fim, convém citar a criminalidade não mais restrita aos grandes centros e que faz vítimas em número cada vez maior.

Num tempo em que se fala tanto em 'progresso', a constatação deste estado de coisas resulta num episódio no mínimo paradoxal. Neste contexto, pergunta-se: O 'avanço' tecnológico é causador das mazelas supracitadas ou catalisador das soluções para os iminentes problemas apresentados?

Casti (2012, p 10) mostra como a civilização contemporânea alicerçada em sistemas cada vez mais complexos e interdependentes se tornou frágil e propensa a colapsos iminentes. De acordo com o autor, o mundo industrializado tornou-se um sistema cada vez mais dependente de novas tecnologias, globalizado e interconectado e com a pretensa (e ilusória) capacidade de oferecer infinitas possibilidades de consumo, conforto e oportunidades. O autor é contundente ao dizer que são exponencialmente crescentes em complexidade os níveis necessários para manter as infraestruturas básicas da vida moderna e que “a complexidade pode matar – e matará – se a deixarmos fora de controle”. Ao elencar 11⁹ situações que poderiam devolver a humanidade à era pré-industrial conclui que a chave do processo está no ser humano. É ele – o ser humano – que define os rumos e as aplicações da tecnologia para o bem ou para o mal. Nesta complexidade e imbricamento que é a relação entre o humano e o tecnológico, o primeiro é elemento fulcral.

Neste mesmo sentido, Kelly (2012, p. 19) trabalha com o conceito de técnico para designar “o sistema maior, global e massivamente interconectado de tecnologia que gira ao nosso redor”. Para o autor, o técnico “vai além dos objetos tecnológicos, abarcando a cultura, a arte, as instituições sociais e as criações intelectuais”. O termo abarca objetos intangíveis como legislação e conceitos filosóficos. Neste ponto, percebe-se a sinergia atribuída aos fatores tecnológicos e humanos. Ao afirmar que “para entender aonde vai a tecnologia, precisamos saber de onde ela veio”, Kelly (2012, p. 27) refaz o trajeto histórico da tecnologia com um recorte a partir do desenvolvimento humano (dos homínidos aos *homo sapiens*).

O trabalho de Kelly (2012) parece fatalista ao afirmar que uma característica essencial do técnico é a ideia de um sistema de criação que se autorreforça. Há uma ligação com as ideias de Casti (2012) referente aos sistemas complexos: na medida em que evolui, o sistema de artefatos e ideias – o técnico – se torna tão denso e com ciclos de retroalimentação e interações complexas que produz certa dose de independência e autonomia. Ao longo do livro, esse fatalismo parece atenuar nos vários exemplos citados pelo autor, em que fica clara a liberdade e a autonomia do ser humano na definição do desenvolvimento e principalmente das aplicações tecnológicas.

Santos (2011, apud O MUNDO, 2011), no documentário “O mundo global visto do lado de cá”¹⁰ - que pelo prisma da globalização levanta o questionamento sobre que tipo de desenvolvimento garantirá uma vida mais justa e igualitária para todos –, aponta a tecnologia como um importante catalisador de mudança social. É ela – a tecnologia – que alicerçará o homem para a revanche e a transformação. No entanto, enfatiza que é o homem que precisa retomar o debate da civilização em contraponto com o do 'crescimento' econômico.

Neste contexto, é necessário considerar que entre as formações relacionadas à ciência e à tecnologia, a Engenharia apresenta forte impacto na construção de interfaces entre o ser humano e seu entorno. Como articulador e integrador de propostas, o profissional de engenharia tem um papel fundamental no processo civilizatório contemporâneo e, desta forma, precisa usar das soluções tecnológicas de modo interdisciplinar, levando em conta as múltiplas variáveis que se articulam em torno dos problemas coletivos atuais.

A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA FRENTE AOS DESAFIOS DA CONTEMPORANEIDADE

Galeano (2007) escreve sobre a escola do mundo ao avesso e por meio de um texto poético e irônico por onde desfilam uma enorme quantidade de fatos históricos e jornalísticos reflete sobre a incapacidade do ser humano de harmonizar justiça e liberdade. Sobre o mundo ao avesso, onde o comportamento não segue uma lógica, visto que as pessoas fazem justamente o contrário do que se espera delas, o trabalho do autor revela uma lista de barbaridades que o ser humano é capaz de ver e cometer. Na escola do mundo ao avesso, os estudantes frequentam cursos básicos de injustiça, de racismo e machismo, assistem a aulas sobre medo e impunidade, todas elaboradas através da pedagogia da solidão. Ao longo de todo o texto, o autor apresenta um dossiê – verdadeiro e cruel – da triste e injusta realidade que parece se acentuar cada vez mais.

Onde se encontra o ponto de inflexão deste futuro caótico para o qual caminha, a passos largos, a humanidade? Qual a relação da problemática levantada em termos de processo civilizatório com a educação em Engenharia? A tecnologia pela tecnologia faz sentido frente à necessidade de seres humanos mais sensíveis e atuantes na resolução dos problemas coletivos?

Postman e Weingartner (1971), há mais de quatro décadas, escreveram sobre uma nova fórmula de ensino que se mantém plenamente atual. Considerando os atuais moldes da educação em Engenharia, então, é possível extrair inúmeras lições. De forma totalmente alinhada com as discussões aqui levantadas, os autores partem dos pressupostos de que (1) a sobrevivência da sociedade está ameaçada por um número crescente de problemas inéditos e, até a data,

insolúveis; e (2) alguma coisa poderá ser feita para melhorar a situação. A aposta, para uma possível mudança, é numa nova abordagem de educação. Os autores, e este texto, acreditam no aperfeiçoamento da condição humana através de uma educação mais reflexiva, crítica, libertadora, humanitária, contextualizada e comprometida com os problemas civilizatórios.

Trabalhar com a tese de que “a mudança – constante, acelerada, ubíqua –, é a característica mais impressionante do mundo em que vivemos e que o nosso sistema educacional ainda não reconheceu isso” é reconhecer que a educação em Engenharia da forma como se apresenta – comportada, compartimentada, sedimentada, mecânica e automática – oferece poucas oportunidades para que os futuros profissionais estejam sensíveis e conscientes da realidade que os cerca (POSTMAN; WEINGARTNER, 1971, p. 16). É necessário que as escolas de Engenharia se empenhem na formação de seres humanos capazes de aplicar as melhores estratégias tecnológicas num mundo repleto de conflitos e incertezas humanas.

Nesse sentido, torna-se urgente redimir a confusão e o distanciamento entre desenvolvimento humano e desenvolvimento tecnológico. Confusão e distanciamento que são consequência do processo educativo em Engenharia que, segundo Bazzo, Pereira e Bazzo (2014, p. 179), ainda “dá-se de forma acrítica, sendo engendrado por uma prática que busca um nível de compreensão apenas do imediato e a transmissão de conhecimentos sedimentados”. Boa parte desse processo está pautada nas premissas positivistas ainda fortes e presentes na ciência e na tecnologia (tanto na profissão como nos processos de ensino-aprendizagem).

Fraga, Novaes e Dagnino (2010, p. 232) apostam que uma 'nova' educação em Engenharia não passa pelo simples fato de acrescentar no currículo disciplinas da área de humanidades. Para os autores, a raiz da questão centra-se em mudanças epistemológicas acerca, principalmente, da neutralidade da tecnociência. “Alavancar uma sociedade alternativa, baseada em outros valores, interesses e atores, exige do engenheiro uma reflexão profunda sobre a não neutralidade da tecnociência e a relação que esta tem com as forças que estruturam a sociedade”. Para os autores, a formação em Engenharia deve procurar dar respostas coerentes e justas aos problemas colocados pela sociedade.

Postman e Weingartner (1971, p. 111) apostam numa educação mais significativa, questionadora, calcada na resolução de problemas e com práticas interdisciplinares. Os autores defendem que é preciso deixar de lado a expressão “não fugir da matéria” e abrir espaço para discussões que expandam a consciência crítica do estudante. É preciso abrir espaço para diálogos autênticos e relevantes com trocas de experiências que efetivamente construam uma base sólida de conhecimentos (técnicos e humanos).

Os jovens estudantes de engenharia carecem de temas e discussões que os ajudem a estruturar o que está acontecendo em termos de processo civilizatório. Isso remete à reflexão sobre que perspectiva de currículo se faz necessária nesse complexo cenário e corrobora com a ideia de Bazzo, Pereira e Bazzo (2014, p. 61), quando salientam a importância de um currículo articulado em termos de CTS e se opõem ao que chamam de “remendos curriculares”, entendidos aqui como sendo mudanças emergenciais e superficiais no processo educacional: reformulações curriculares, novos e 'inovadores' procedimentos metodológicos, reformulações no processo de avaliação, revisão e atualização de referências bibliográficas e

utilização de novas tecnologias de ensino. Para estes autores, há necessidade de ações mais efetivas, começando pela formação docente.

Neste ponto, há que se ponderar os tantos desafios que essa nova perspectiva de Educação para os cursos de Engenharia suscita. Para os professores serão requeridas mudanças nas concepções epistemológicas de ciência e tecnologia, sem falar em questões didático-pedagógicas necessárias para a condução desse novo processo formativo. Deverão ser mobilizadas diferentes facetas dos saberes docentes para a implementação dessa nova metodologia. Como já mencionado, investimento em formação continuada para os professores deverá, por certo, ser prioridade das instituições de educação.

O que dizer da formação para o 'mercado' de trabalho tão presente nas Escolas de Engenharia? Quantos movimentos serão necessários para romper com o padrão das empresas e, também, dos órgãos de classe que, muitas vezes, ditam o tipo de formação na medida em que criam regras e barreiras à habilitação profissional? O que de fato tem valor para o 'mercado'? Quais interesses e concepções estão por trás desse tipo de decisão? Esses questionamentos nos remetem à reflexão acerca da (enganadora) autonomia dos educadores para alterar a formação em Engenharia.

Nesse sentido, é importante ter em pauta como os cenários econômicos, políticos, sociais e culturais contribuíram historicamente e ainda contribuem (ou não) para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia e direcionaram suas práticas em termos, inclusive, de educação. Igualmente importante é perceber e refletir como a educação tecnológica ainda é fortemente atrelada ao desenvolvimento econômico e aos processos de modernização, de maneira a atender, via de regra, as demandas impostas pelo modo de produção (capitalista). Neste contexto a tecnologia é sempre apresentada como imperativo de progresso e evolução, duas expressões que, como exposto aqui, carecem de aprofundada reflexão sobre seus reais sentidos.

Um processo formativo que não discute e atue criticamente sobre tais aspectos está fadado a perpetuar a crença de que a tecnologia, pura e simples, é a redentora dos males do mundo e que os inconvenientes ou efeitos colaterais de uma solução serão amenizados, na sequência, por uma nova e 'inovadora' tecnologia. Ledo engano frente às problemáticas, resumidamente, discutidas neste texto.

CONSTRUINDO (DES)CAMINHOS

Acreditamos que até este ponto do texto, refletindo nosso objetivo principal, construímos discussões e provocações acerca da pertinência de equalizar o binômio desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento humano na educação em Engenharia. Mobilizamos esforços para a realização de fechamentos, amarrações e encaminhamentos. Muitas das ideias apresentadas se constituem como resultados preliminares de estudos e pesquisas que estão sendo realizados pelos autores. Portanto, não se apresentam como regras e padrões, mas sim como caminhos que estimulem novas práticas com vistas à uma formação integral e interdisciplinar.

Ao discutir o binômio desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento humano que, no contexto da educação em Engenharia, alinha-se com a relação entre formação tecnológica e formação humana, não pretendemos minimizar ou

maximizar a importância de uma sobre a outra. Equalizar capacidade e clareza técnica, que são características primordiais de um profissional de Engenharia, com aspectos do desenvolvimento humano, que passam ao largo do processo formativo, é a aposta que fizemos como alternativa à redefinição do conceito de desenvolvimento tecnológico. Como fazer isso? Por meio de um currículo articulado em torno de discussões sobre as repercussões sociais das soluções tecnológicas. Discussões que devem ser mediadas, principalmente, por professores engenheiros que construam conscientemente com seus estudantes novas alternativas frente aos problemas civilizatórios contemporâneos.

Convém destacar que não somos ingênuos ao ponto de dizer que os atuais currículos de Engenharia não consideram aspectos sociais, políticos e econômicos, visto que temos clareza de que tais organizações curriculares não são neutras e têm uma forte relação – consciente ou não - com a estrutura e com os interesses do modelo de sociedade na qual foram concebidas. O que constatamos, com decepção, é que não há, na maioria dos casos, um alinhamento de tais aspectos com a proposta central dos estudos CTS. Nos parece que repensar o modelo de desenvolvimento científico e tecnológico é uma questão crucial: no cenário de um país subdesenvolvido, como o Brasil, as práticas e as políticas de Ciência e Tecnologia precisam reconhecer as dificuldades e necessidades internas e não buscar, a todo custo, alcançar o nível dos países desenvolvidos. Convém, pois, repensar ações e prioridades. Para além de considerar que crescimento e desenvolvimento estão, via de regra, alicerçados em avanços científicos e tecnológicos, é preciso considerar que estes processos devem ocorrer em sinergia com as questões sociais.

Quando se fala em processo civilizatório na atualidade é importante perceber o complexo número de variáveis e de incógnitas (que ainda não somos capazes de elencar e calcular) envolvidas nas problemáticas aqui levantadas. Nesse sentido, questionamos se a expressão CTS dá conta de abarcar esta complexidade e acreditamos que o termo Equação Civilizatória contempla mais satisfatoriamente a relação entre a Ciência, a Tecnologia e as questões civilizatórias contemporâneas (BAZZO, 2016; UNA NUEVA ECUACIÓN, 2016).

A dinamicidade das problemáticas atuais parece indicar a necessidade de 'expandir' a expressão CTS. Bazzo (2016, p. 79) aponta a insuficiência da ideia CTS para compreender e resolver as questões sociais derivadas das relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Muito possivelmente, é por essa razão que, na tentativa de abarcar tamanha quantidade de elementos envolvidos nesta relação, vários grupos de pesquisa começaram a introduzir mais elementos à sigla CTS: CTS+I, CTS+A, CTS+X, Y ou Z. Para além de servir como uma ferramenta tal qual um algoritmo matemático, que permite, sempre que necessário, alocar os tantos elementos que surgem neste mundo repleto de conflitos (humanos), a Equação Civilizatória incorpora “as novas variáveis que os jovens estudantes precisam aprender a equacionar para ajudar a aprimorar as relações sociais, o que favorecerá a efetivação dos princípios de equidade no processo civilizatório em curso”.

É por isso que reiteramos e defendemos que é preciso avançar na promoção de uma genuína transformação na educação em Engenharia que é por onde passam as mudanças necessárias à manutenção de uma sociedade mais justa e igualitária. Num cenário globalizado que carece tanto de valores humanos, é crucial possibilitar que os jovens estudantes de Engenharia construam

conscientemente sua própria visão de mundo, escolham seu projeto de sociedade e atuem conforme as suas escolhas. Investir em desenvolvimento e formação humana é caminhar no sentido de entender claramente as implicações sociais da ciência e da tecnologia e de atuar positivamente frente às problemáticas contemporâneas.

Num contexto cada vez mais interdisciplinar, é urgente considerar as provocações de Bazzo (2016) e abrir espaço para uma formação menos comportada. Ao destacar a pertinência de uma educação desobediente, o referido autor aponta na direção de projetos e ações capazes de reverterem o cenário conturbado que está instaurado na atualidade. O enfrentamento dos problemas civilizatórios contemporâneos, certamente, não se alicerça numa educação apassivada, compartimentada e descontextualizada. Haveremos de ser contundentes na formação de seres humanos mais críticos, generosos e empenhados com o bem viver coletivo. E, sim, a educação tecnológica, mais especificamente a educação em Engenharia, tem muito a ver com isso. Não é possível que nos orgulhemos das tantas 'conquistas' tecnológicas da Engenharia em detrimento do parco desenvolvimento humano que assola a humanidade.

Equalizar o binômio desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento humano no âmbito da educação em Engenharia é, portanto, um caminho promissor para romper com os ditames de um modelo de civilização que, no longo prazo, não se sustentará. É, também, uma importante ação com vistas à consolidação de uma sociedade onde a vida, em sua manifestação plena, possa ser, de fato, celebrada.

On the many variables – and unknowns – that articulate around the complex and nonlinear relationship between Engineering and life

ABSTRACT

Through this article, it is aimed to present discussions concerning the intrinsic relationship between the binomial technological development and human development in the field of education in Engineering and we stand that, through its equalization, it will be possible to perform a technological education more compromised to common well-living. As a methodological guidance, we use bibliographical research and through it we construct reflective/propositional referrals. Thus, we verified that: (a) Engineering education needs to re-evaluate the technological development model that reproduces historically; (b) repercussions of technology on the contemporary civilization process lead us to concern about the weaknesses of the STS approach as a training interface and, through this perspective, we work with the concept of Civilization Equation to relate technical and human issues; (c) the formulation and the resolution of such a complex and non-linear equation goes through a more interdisciplinary and less "well-behaved" education.

KEYWORDS: Science, Technology and Society (STS). Civilizing Equation. Education in Engineering. Contemporary matters.

NOTAS

¹As concepções tradicionais da Ciência e Tecnologia são marcadas pela neutralidade e pelo imperativo de progresso (empirismo lógico).

²O editorial “Água e democracia” possibilita importantes reflexões sobre o assunto; disponível em: <http://www.diplomatique.org.br/editorial.php?edicao=91>

³Por meio do acesso ao link <http://www.diplomatique.org.br/artigo.php?id=1462> se encontra uma relevante discussão sobre “A ética do capitalismo e o Saneamento no Brasil”.

⁴Para mais informações sobre o desastre ambiental de Mariana/MG e outros ocorridos no Brasil, acessar: <http://www.etc.com.br/noticias/meio-ambiente/2015/11/conheca-os-principais-desastres-ambientais-ocorridos-no-brasil>

⁵Alguns dados sobre a crise migratória que assola, principalmente, a Europa podem ser acessados no link: http://brasil.elpais.com/brasil/2016/10/06/opinion/1475774326_134606.html

⁶ Matéria sobre bombardeios na estratégica cidade de Aleppo pode ser lida no link: http://brasil.elpais.com/brasil/2016/09/23/internacional/1474613394_848177.html?rel=mas

⁷O editorial “A violência da globalização” possibilita uma pertinente leitura adicional sobre o assunto: <http://www.diplomatique.org.br/acervo.php?id=451>

⁸O relatório de acompanhamento dos objetivos do Desenvolvimento Sustentável reúne informações sobre vários aspectos do tema; um dos itens discorre sobre a pobreza no mundo: <https://nacoesunidas.org/onu-divulga-1o-relatorio-de-acompanhamento-dos-objetivos-do-desenvolvimento-sustentavel/>

⁹O “Colapso de Tudo” alerta para: (1) Apagão digital; (2) Esgotamento do sistema global de abastecimento de alimentos; (3) Colapso dos aparelhos eletrônicos devido a um pulso eletromagnético continental; (4) O colapso da globalização; (5) Destruição da terra por partículas exóticas; (6) Desestabilização do panorama nuclear; (7) Fim do suprimento mundial de petróleo; (8) Pandemia mundial; (9) Falta de energia elétrica e água potável; (10) Tecnologia fora de controle (robôs inteligentes); (11) Deflação global e colapso dos mercados financeiros mundiais.

¹⁰“O mundo global visto do lado de cá” é um documentário do cineasta brasileiro Sílvio Tendler; o enredo discute os problemas da globalização sob a perspectiva das periferias (entendidas aqui, para além das comunidades pobres, como os países do terceiro mundo) e é conduzido por uma entrevista com o geógrafo e intelectual Milton Santos.

REFERÊNCIAS

BAZZO, Walter Antonio; LISINGEN, Irlan Von; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e Cultura (OEI), Madri, Espanha, 2003.

BAZZO, Walter Antonio. Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da educação tecnológica. 4. ed. rev. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2014.

BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale; BAZZO, Jilvania Lima dos Santos. Conversando sobre educação tecnológica. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2014.

BAZZO, Walter Antonio. Ponto de ruptura civilizatória: a pertinência de uma educação “desobediente”. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, v. 11, n. 33, p. 73-91, set. 2016.

CASTI, John. O Colapso de Tudo: os eventos extremos que podem destruir a civilização a qualquer momento. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2012.

CUNHA, Maria Isabel da. A docência como ação complexa. In: CUNHA, Maria Isabel da (Org.). Trajetórias e lugares de formação da docência universitária: da perspectiva individual ao espaço institucional. Brasília, DF: CAPES: CNPq; Araraquara, SP: Junqueira & Marin, 2010. p. 19-34.

DAGNINO, Renato. As trajetórias dos estudos sobre ciência, tecnologia e sociedade e da política científica e tecnológica na ibero-américa. In: DAGNINO, Renato (Org.). Estudos sociais da ciência e tecnologia e política de ciência e tecnologia: abordagens alternativas para uma nova América Latina. Campina Grande. Eduepb, 2010. p. 15-42.

FRAGA, Lais. NOVAES, Henrique T. DAGNINO, Renato. Educação em Ciência, tecnologia e sociedade para as engenharias: obstáculos e propostas. In: DAGNINO, Renato (Org.). Estudos sociais da ciência e tecnologia e política de ciência e tecnologia: abordagens alternativas para uma nova América Latina. Campina Grande. Eduepb, 2010. p. 213-234.

GALEANO, Eduardo. De pernas pro ar: a escola do mundo ao avesso. 9. ed. Porto Alegre: L&PM, 2007.

KELLY, Kevin. Para onde nos leva a Tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2012. O MUNDO global visto do lado de cá. Direção Silvio Tandler. Brasil: 2001. Duração 1:29'24". Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=-UUB5DW_mnM>. Acesso em: 24 jul. 2016.

POSTMAN, Neil; WEINGARTNER, Charles. Contestação: nova fórmula de ensino. Rio e Janeiro: Editora Expressão e Cultura, 1971.

UNA NUEVA ECUACIÓN civilizatoria: lanecesidaddelentiendimiento CTS enlaEducación. BAZZO, Walter Antonio; OSORIO, Carlos; CUEVAS, Ana; TOSCANO,

Juan Carlos. (OEI), Aveiro, Portugal 2016. Duração: 1:39'41". Disponível em: <<http://www.oei.es/divulgacioncientifica/?Una-nueva-ecuacion-civilizatoria-la-necesidad-del-entendimiento-CTS-en-la>>. Acesso em: 24 jul. 2016.

VARGAS LLOSA, Mario. A civilização do espetáculo. 1. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2013.

Recebido: 20 jan. 2017.

Aprovado: 02 mar. 2017.

DOI: 10.3895/rts.v13n28.3996

Como citar: BORDIN, L.; BAZZO, W. A. Sobre as muitas variáveis – e incógnitas – que se articulam em torno da complexa e não linear relação entre Engenharia e Vida. **R. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 13, n. 28, p. 224-239, mai./ago. 2017. Disponível em: < <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/5326>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Leando Bordin

Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Chapecó/SC

Rodovia SC 484 Km 02

Bairro Fronteira Sul

Chapecó/SC

CEP 89815-899

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

