

A QUEM SERVE A ENGENHARIA? UMA REFLEXÃO SOBRE O CONTEXTO SOCIAL E O PAPEL DO ENGENHEIRO NO SÉCULO XXI

Mateus Bertolin – matbertolin@hotmail.com

Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Engenharia Mecânica

Florianópolis/SC

Yago Braun – yagobraun@gmail.com

Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Engenharia Mecânica

Florianópolis/SC

Resumo

A ciência e a engenharia sempre foram vistas pela sociedade como meios para o desenvolvimento humano e melhoria da qualidade de vida. Apesar disso, a história nos mostra que em inúmeros casos essa crença popular não se mostrou realista. O presente texto aborda as recentes mudanças sociais causadas pelo desenvolvimento tecnológico no período pós-revolução industrial e, de maneira crítica, propõe uma reflexão dos profissionais de engenharia quanto ao impacto socioambiental causado por seus projetos. A pressão por resultados, inerente ao modelo econômico vigente tem forçado engenheiros(as) a dedicar sua capacidade técnica ao interesse econômico de seus patrões em detrimento ao desenvolvimento humano e social. Tal comportamento, impulsiona um sistema que tende ao colapso devido a fatores como a falta de emprego, produção excessiva de lixo, escassez de recursos naturais e índices alarmantes de poluição. Dessa forma, a reflexão proposta pelo presente trabalho é de suma importância para os futuros engenheiros, uma vez que propõe uma autocrítica isenta à estudantes de engenharia sobre a quem nossa capacidade técnica tem servido e sobre como podemos retornar, de maneira justa, o investimento feito pela sociedade brasileira em nossa educação.

Palavras-chave: Engenharia, Tecnologia, Sociedade, Ética

1. Introdução

A avaliação crítica de resultados faz parte do cotidiano de um profissional de engenharia. Ao analisar o resultado de uma simulação, por exemplo, é papel de um bom engenheiro desconfiar dos resultados a fim de garantir o sucesso no desenvolvimento do produto. Infelizmente, esse tipo de análise se dá apenas no campo técnico, não sendo extrapolada para uma avaliação do projeto em si, de suas consequências socioambientais e dos interesses envolvidos por trás do problema técnico apresentado ao engenheiro.

Essa situação leva o país e o mundo a um cenário de degradação ambiental e a uma estrutura social caótica, na qual apenas uma minoria desfruta dos benefícios da tecnologia enquanto aqueles com menor poder de compra não têm esse direito. Além disso, são também as pessoas em maior vulnerabilidade social as que mais sofrem com as consequências ruins de um mundo globalizado e consumista.

Veremos neste artigo que esse tipo de miopia pode ter consequências trágicas e tem levado a sociedade a um sistema autodestrutivo. Devemos enxergar a técnica como um meio para o desenvolvimento humano e não como um fim em si mesma. Estamos preparados para isso?

2. História da Engenharia

De acordo com o dicionário online de língua portuguesa Priberam, a definição da palavra engenharia é: “Conjunto de técnicas e métodos para aplicar o conhecimento técnico e científico na planificação, criação e manutenção de estruturas, máquinas e sistemas para benefício do ser humano”. Não se sabe exatamente quando que o homem começou a aplicar tais técnicas para seu benefício, no entanto tem-se dados de que a cerca de 4000 a.C. nossos ancestrais faziam uso de troncos de madeira como rodas e alavancas para transportar cargas de elevado peso.

A medida que o tempo passou, novas técnicas foram descobertas, bem como as antigas aperfeiçoadas. Isto influenciou no desenvolvimento dos povos, que se tornaram mais eficazes na agricultura, capazes de construir edificações gigantescas como as Pirâmides de Gizé, no Egito a cerca de 2450 anos a.C., e o Coliseu, a aproximadamente 80 anos d.C. na Itália. No entanto, a engenharia não forneceu seus conceitos e técnicas apenas para agricultura, construções e outras técnicas melhoraram a vida das populações. O advento de máquinas de guerra, como a catapulta e carruagens tripuladas, possibilitou que os detentores das tecnologias

detivessem maior poder e influência sobre outros povos, possibilitando assim a escravização destes, bem como expansão territorial.

Já no período da I Revolução Industrial, o desenvolvimento tecnológico passou a afetar também a estrutura da sociedade como um todo.

“A Revolução tornou os métodos de produção mais eficientes. Os produtos passaram a ser produzidos mais rapidamente, barateando o preço e estimulando o consumo. Por outro lado, aumentou também o número de desempregados. As máquinas foram substituindo, aos poucos, a mão-de-obra humana. A poluição ambiental, o aumento da poluição sonora, o êxodo rural e o crescimento desordenado das cidades também foram consequências nocivas para a sociedade.” (De Souza, 2010)

Houve também as duas grandes guerras mundiais. De acordo com (Bazzo et al, 2003), a indústria, que vinha da grande expansão oriunda da segunda revolução industrial, voltou-se para a guerra. Metralhadoras, canhões, aviões de guerra, submarinos, responsáveis por dizimar boa parte dos combatentes da guerra, são apenas alguns dos equipamentos aperfeiçoados pelos engenheiros da época. O final da Segunda Guerra Mundial confunde-se com o início da era atômica, uma vez que os Estados Unidos se utilizou das bombas atômicas, responsáveis por ceifar a vida de cerca de 50 mil japoneses diretamente, para demonstrar o seu poderio bélico para o mundo e, especialmente, para o regime socialista da União Soviética.

O desenvolvimento da Internet remete-se aos tempos da Guerra Fria. Mais precisamente, a Internet foi criada em 1969 para interligar computadores da ARPA (Advanced Research Projects Agency), uma agência do departamento de defesa norte-americano. Inicialmente limitada a utilização de laboratórios do governo e a estudos acadêmicos, hoje a Internet faz parte do cotidiano de boa parte da população mundial. Ela que possibilita comunicação instantânea entre povos, acesso a informações que antigamente encontrava-se apenas em livros e, mais recentemente, o controle de produtos. (TAIT, 2007)

3. O Cenário Atual e o Colapso Eminente

O desenvolvimento tecnológico, sem dúvidas, trouxe também inúmeros benefícios à sociedade como um todo. Podemos citar como exemplos: o aumento na expectativa de vida proporcionado pelos avanços da medicina, o maior acesso à informação, a facilidade de deslocamento com o advento dos meios de transporte.

Entretanto, tais benefícios também propiciam o avanço de um sistema econômico perigoso. O modelo capitalista necessita de altos índices de consumo a fim de que a economia se mantenha em movimento. Esse processo se tornou viável com os avanços da tecnologia, inclusive alguns dos citados anteriormente. O crescimento populacional amplia o número de consumidores, os meios de transporte fazem com que esses consumidores possam ser alcançados em qualquer lugar do mundo. Já o excesso de informação parece atuar como uma substância dopante, desprovendo a maior parte da sociedade de qualquer análise crítica e profunda sobre as informações que a cercam.

O que poucos parecem enxergar, é a insustentabilidade de tal sistema. Assim como na profunda crise econômica que atingiu os Estados Unidos em 2008, vivemos em uma bolha em crescente expansão, tendendo ao colapso.

A falta de água potável já é uma realidade em diversos lugares do mundo. O aquecimento global, causado pelo excesso na emissão de gases do efeito estufa, tem se tornado um problema cada vez mais alarmante. De acordo com a ONU, 2016 foi o ano mais quente registrado na história. Além disso, grandes cidades enfrentam problemas com a qualidade do ar e a disponibilidade de espaços adequados para o descarte de lixo. A escassez de recursos naturais começa a se tornar realidade.

As evidências da fragilidade da natureza já deveriam ser um argumento bom o suficiente para convencer as pessoas quanto a inviabilidade de nossa sociedade. Entretanto, muitas pessoas ainda afirmam que as mudanças climáticas que temos observado têm causa natural e nada têm a ver com a produção industrial cada vez maior.

Deixe-nos então abordar outro argumento que nos mostra que nossa sociedade tende indubitavelmente ao colapso. A globalização trouxe consigo diversos fenômenos de ordem mundial. Entre eles, o aumento da competitividade entre empresas. A busca por novos mercados consumidores e por melhor competitividade tem levado a indústria a investir pesado na automação de suas linhas produtivas. A justificativa para tanto se dá na busca por redução de custos, o que possibilita reduzir preços e aumentar a competitividade. Preços menores significam aumento no consumo e assim o ciclo é realimentado.

O que muitos não percebem é que a automação cada vez maior do sistema produtivo tem levado também ao desemprego. Frey e Osborne (2013) afirmam que 47% dos empregos nos Estados Unidos correm o risco de serem substituídos por robôs ou computadores. Tal aumento leva a uma redução no consumo, quebrando o ciclo vicioso de aumento no consumo e na produtividade.

Seja por fatores ambientais, econômicos, ou ambos, o fato é que o sistema econômico e produtivo atual tende inevitavelmente à autodestruição, e nós, engenheiros, temos um papel fundamental nesse processo. É como se fôssemos engrenagens de um carro que acelera em direção ao precipício. Diferentemente da transmissão do veículo, temos o poder de escolha sobre nossas atitudes.

4. O Papel da Engenharia na Sociedade

Engenheiros sempre fizeram e farão parte do desenvolvimento social e econômico da humanidade. No entanto, como é possível perceber nos acontecimentos citados até então, estes mesmos engenheiros possuem a capacidade de influenciar em questões que vão além do seu trabalho no dia a dia. Colombo e Bazzo colocam que a visão de que o desenvolvimento tecnológico nos leva diretamente ao desenvolvimento social nos cega às diversas implicações negativas desse processo.

Podemos então nos perguntar: é correto utilizar nossos conhecimentos no projeto de armas capazes de eliminar a vida de uma pessoa? É ético queimar carvão e aumentar a emissão de gases poluentes apenas para gerar mais energia nas termelétricas? Deveriam os engenheiros focar suas invenções apenas para o desenvolvimento humano?

As respostas para as questões levantadas não são triviais. Inúmeras variáveis fazem parte do sistema vigente na sociedade e levar todas elas em consideração é um processo dispendioso, que exige mais do que respostas prontas e baseadas em interesses pessoais ou ideologias políticas. No entanto, é preciso reconhecer a necessidade de reflexão sobre tais assuntos a fim de que não cometamos no futuro os erros citados anteriormente. Essa afirmação é corroborada por E.M. Palacios et. al (2003) que afirmam que os desastres relacionados com a ciência e a tecnologia após a década de 50 nos mostram a necessidade de revisar a concepção da ciência-tecnologia e sua relação e sociedade. Diante desse cenário, do exposto sobre atuação da engenharia na sociedade, e da verificação realista de que os engenheiros muitas vezes atuam como engrenagens de um sistema que tende ao colapso, surge então a necessidade de reflexão sobre o que podemos fazer como engenheiros acerca dessa equação que parece não ter solução.

Parte dessa resposta passa, inevitavelmente, pelo modelo econômico adotado pela sociedade após a segunda-guerra mundial. A supervalorização do lucro tem feito com que o desenvolvimento humano seja colocado em segundo plano diante da urgência por resultados e das pressões impostas pelo capital. Indo ao encontro dessa

afirmação, Zarth et al. (1998) afirmam que o progresso tecnológico se constitui em estratégia do desenvolvimento capitalista, não estando necessariamente vinculado às necessidades básicas da população. Tal fenômeno ocorre, principalmente, porque nem todo projeto capaz de gerar desenvolvimento humano é inerentemente lucrativo.

Oliveira, von Paraski et.al (2010) argumentam que a tecnologia é “criada como resposta a pressões do mercado, e não em função das necessidades do conjunto social mais amplo, alijando aqueles com pouco poder de compra”. Portanto, não há dúvidas de que o desenvolvimento tecnológico é uma prioridade do sistema capitalista. Diante disso, a pergunta que surge para nós, engenheiros, é: qual é a nossa prioridade? Deveria o nosso conhecimento, muitas vezes financiado pela população brasileira, ser apenas instrumento de enriquecimento próprio e de nossos patrões?

5. Um Novo Cenário

Diferentemente de outros questionamentos levantados neste texto, a resposta à pergunta anterior parece óbvia. Um investidor jamais investe sem a perspectiva de retorno. Da mesma forma, não é ético nem justo um sistema no qual uma sociedade majoritariamente pobre financia cursos de engenharia para engenheiros pouco preocupados com o desenvolvimento humano e social de seu país. Do ponto de vista ético, é papel dos detentores de conhecimento técnico aplicá-lo de forma consciente, visando o bem-estar social e melhoria da qualidade de vida de todos.

Felizmente, existem iniciativas de sucesso que nos mostram que sim, é possível elevar o papel da engenharia na sociedade à um patamar em que não sejamos apenas solucionadores técnicos, mas agentes de desenvolvimento humano.

Uma das iniciativas interessantes de serem citadas é a *Leveraged Freedom Chair (LFC)*, que em tradução livre significa Cadeira de Liberdade Alavancada. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, existem cerca de 65 milhões de pessoas ao redor do mundo que necessitam cadeira de rodas para locomoção. Destes 65, 75% habitam áreas rurais, onde cadeiras de rodas convencionais não capazes de garantir o deslocamento devido as condições do solo. Pensando nisso, um grupo formado por estudantes do MIT Mobility Lab, liderados pelo professor Amos Winter, projetou uma cadeira de rodas *off-road*, a LFC. Esta cadeira possui características especiais para vencer as dificuldades de se locomover em um terreno irregular. Além disso, foi completamente projetada em aço e componentes de bicicleta, o que torna a manutenção ou troca de peças extremamente acessível. Por fim, ainda vale ressaltar

que a equipe já distribuiu mais de 1500 cadeiras de rodas ao redor do mundo, totalizando 17 países.

Outro exemplo de iniciativa é do engenheiro químico Askwar Hilonga, que desenvolveu um filtro para purificar água. Como já citado neste texto, a falta de água potável é uma realidade no mundo. Sabemos também que existem grandes discussões acerca da privatização do pouco de água que resta ao planeta. Em meio a essa controvérsia – que nos causa repúdio, pois nenhum ser humano deveria ser privado de ter acesso a água potável – o engenheiro nativo da Tanzânia decidiu aplicar os seus conhecimentos em nanotecnologia, adquiridos durante o pós-doutorado na Coréia do Sul, para inventar um filtro capaz de absorver contaminantes, bactérias, vírus e pesticidas presentes na água. Uma vez que uma elevada parcela da população da Tanzânia não tem acesso a água potável, Hilonga espera que sua invenção atinja cerca de 70% das residências do país.

Continuando os exemplos relacionados a água potável, a organização *Engineering Without Borders USA* (EWB-USA), que em tradução livre significa Engenheiros Sem Fronteiras, é mais uma engajada na solução deste e de outros assuntos ao redor no mundo. Fundada pelo Dr. Bernard Amadei, professor do curso de engenharia civil da *University of Colorado Boulder*, a EWB-USA iniciou seus trabalhos quando o professor e mais oito alunos da graduação, que foram os primeiros membros da organização, instalaram um sistema de transmissão de água potável na cidade de San Pablo, Belize. O sistema instalado foi extremamente simples, de baixo custo e alimentado por uma cachoeira. Este sistema foi instalado evitar que os moradores da região tivessem que continuar caminhando quilômetros para conseguir encher seus baldes com água potável. Após a finalização do primeiro projeto, diversos outros foram surgindo e, hoje, a organização conta com mais de 16 mil membros, tendo impactado diretamente a vida de mais de 2,5 milhões de pessoas.

Por fim, trazemos o exemplo do curso pré-vestibular Einstein Floripa. Sendo totalmente gratuito, o curso pré-vestibular tem o intuito de prover uma preparação de alto nível para que alunos de baixa renda possam ingressar nas universidades. Tendo alunos da graduação como professores, dentre eles alguns dos cursos de engenharia, o Einstein Floripa atende atualmente cerca de 60 alunos e teve, em seu primeiro ano, um índice de aprovação de 40% no vestibular da Universidade Federal de Santa Catarina. Embora este não seja um impacto direto da engenharia no desenvolvimento humano da sociedade, a iniciativa mostra o interesse de estudantes universitários, o que envolve estudantes de engenharia, em promover melhores condições de ensino para a população de baixa renda.

6. Conclusões

Não há dúvidas quanto a relevância do papel do engenheiro na sociedade. Entretanto, precisamos estar conscientes de que o impacto de nosso trabalho pode ser tanto benéfico quanto maléfico para a mesma. Não se quer aqui jogar sobre nossa classe a culpa sobre os problemas socioambientais que a humanidade vem enfrentando nos últimos anos, mas é preciso reconhecer que podemos ser parte importante de um processo de mudança da nossa equação civilizatória atual.

Desse modo, a questão ética da prática de engenharia deve ir além de questões isoladas como o projeto ou não de armamentos. Devemos ir além da aplicação da técnica e refletir sobre quem serão os verdadeiros beneficiados com o desenvolvimento tecnológico propiciado por nossos conhecimentos. Como bons identificadores e solucionadores de problemas que somos, é nosso papel também identificar quais são os “problemas de engenharia” de maior relevância social, e que verdadeiramente proporcionarão um desenvolvimento humano, além do tecnológico.

Além disso, ficou evidenciada a fragilidade do sistema econômico adotado atualmente. Evidentemente, não serão apenas os profissionais de engenharia a mudar tal cenário. Contudo, o reconhecimento de que seremos severamente afetados por um colapso desse sistema que ajudamos a criar deve servir de força motriz na busca por alternativas cujo impacto ambiental seja reduzido e um impacto social positivo amplificado.

Referências

DE SOUZA, C. R., SANTOS, E.T., LOPES, J.S., ANDRADE, R.P., FERNANDES, T.S.T., LIMA, T.L.. **Revolução Industrial**. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/38986248/REVOLUCAO-INDUSTRIAL-ARTIGO>> Acesso em 05 de dez. 2016.

BAZZO, W.A., MELLO, F.F., MADRUGA II, G., PEREIRA, L.T.V. **A guerra, a tecnologia e os engenheiros: Repensando o modelo de desenvolvimento tecnológico**. Cobenge, 2003.

TAIT, T. F. C.. **A evolução da Internet: do início secreto à explosão mundial**. Maringá, 2007.

COLOMBO, C.R., BAZZO, W.A. **Educação tecnológica contextualizada, ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro**. Florianópolis.

PALACIOS, E.M., VON LINSINGEN I., GALBARTE, J.C.G. et. al. **Introdução aos estudos CTS**, 2003

ZARTH, Paulo Afonso et. al. **Os caminhos da exclusão social**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 1998.

FREY, C.B., e OSBORNE, M. A. **The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?**, Oxford, 2013

TED Ideas worth spreading. **The cheap all-terrain wheelchair**. Disponível em https://www.ted.com/talks/amos_winter_the_cheap_all_terrain_wheelchair#t-9581. Acesso em 06 de dez. 2016.

BBC Brasil. **Inventor de filtro que absorve bactérias e agrotóxico recebe prêmio de inovação**. Disponível em http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/06/150604_filtro_agua_premio_inovacao_rb. Acesso em 06 de dez. 2016.

Engineers Without Borders USA. **Building a Better World Since 2002**. Disponível em <http://www.ewb-usa.org/our-story/our-history/> Acesso em 06 de dez. 2016.