

A REVOLUÇÃO 4.0 E SEUS IMPACTOS NA FORMAÇÃO DO PROFESSOR EM ENGENHARIA

REVOLUTION 4.0 AND ITS IMPACTS ON THE EDUCATION OF ENGINEERING TEACHERS

Walter Antonio Bazzo,¹ Luciano Andreatta Carvalho da Costa²

RESUMO

A ideia básica neste artigo é contribuir na busca de possibilidades e ferramentas para discutir e estabelecer novos rumos para os programas de formação de professores em Engenharia no âmbito do que tem sido denominado, por uma gama considerada de autores, o desenrolar da Revolução 4.0. Tais rumos servem, também, como reflexão para o movimento em curso no Ministério da Educação no que tange às novas Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Graduação em Engenharia. A necessidade de uma refundação da própria educação tecnológica em que os valores humanos, hoje trabalhados superficialmente nos cursos de Engenharia, parecem nos fulcrais nos programas educacionais dos futuros engenheiros. Nesta intencionalidade, tentamos propor reflexões sobre o atual modelo de desenvolvimento do mundo contemporâneo, tanto em países centrais como periféricos, sempre tendo como base autores das diversas áreas do conhecimento humano com uma pluralidade de bases ideológicas e epistemológicas. Como professores, com formação na área de educação tecnológica, defendemos fortemente a preocupação básica no desenvolvimento humano, levando em conta que se esse processo civilizatório não for repensado, e com urgência, estamos colocando em risco todo o sistema de vida no planeta Terra.

Palavras-chave: Formação de Professores; CTS; Processo Civilizatório; Interdisciplinaridade; Revolução 4.0.

ABSTRACT

In this paper we aim to search for possibilities and tools in the perspective of discussing and establishing new guidelines for the teacher's education programmes in engineering in the scope of what has been denominated as Revolution 4.0. These guidelines also serve as a reflection on the ongoing movement within the Ministry of Education regarding the new National Curricular Guidelines of the Engineering Undergraduate course. The need for a refoundation of technological education itself, where human values, which today are worked superficially in the engineering courses, will become an absolute priority in the education programmes of future engineers. In this intentionality we seek to propose reflections on the current development model of the contemporary world, both in central and peripheral countries, always based on authors of the various areas of human knowledge with a plurality of ideological and epistemological bases. As teachers, with a background in the area of technological education, we strongly defend the basic concern in human development, taking into account that if this civilizing process is not rethought and, as a matter of urgency, we are putting at risk the entire life system on the planet Earth.

Keywords: Teacher Education; CTS; civilizational process; interdisciplinarity.

1 Professor Titular na Universidade Federal de Santa Catarina no Curso de Graduação em Engenharia Mecânica e no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT). Coordenador do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica (NEPET). Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Mecânica. Campus Universitário Trindade, walter.bazzo@ufsc.br

2 Professor e Pesquisador da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul no curso de Graduação em Engenharia de Energia e no Programa de Pós-Graduação em Formação Docente para Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemática (PPGSTEM), na Fundação Liberato e no curso de Engenharia Civil da FTEC, andreatta.luciano@gmail.com

INTRODUÇÃO

Quando se pensa efetivamente em uma formação profissional na área tecnológica, mais em consonância com os tempos em que estamos vivendo, um dos aspectos que precisa ser considerado com veemência é a questão do desenvolvimento humano, associado ao desenvolvimento tecnológico (BORDIN; BAZZO, 2017; BAZZO, 2012). Dessa maneira, é possível avaliar os impactos na sociedade contemporânea, hoje também definida por muitos autores como sociedade 4.0, apontando-se, quem sabe, para a necessidade de serem trabalhados, em especial em cursos da área tecnológica, aspectos relacionados a um previsível ponto de ruptura civilizatório (BAZZO, 2016). Tal diagnóstico surge a partir de uma análise de recentes episódios em todo o globo terrestre que apontam para este preocupante momento, desde atentados cada vez mais cruéis e “criativos” até desastres ambientais sem precedentes – apenas para citar os mais chamativos e espetaculares – que, sem dúvida, têm ligação direta com o desenvolvimento tecnológico e sua distribuição desigual entre todos habitantes do mundo contemporâneo.

De forma decorrente e associadas a este quadro observa-se uma crescente desigualdade social e uma elevada concentração de renda, em escala internacional e nas mais diversas sociedades, tanto nos países desenvolvidos ou naqueles em “eterno” desenvolvimento³, apesar de, agravando muito mais esse diagnóstico, no caso das sociedades periféricas, haver ainda uma triste “luta pela dignidade” de apenas se conseguir viver (SOUZA, 2015). A estupidez de tal diagnóstico se externaliza com mais veemência quando se estima que o capital privado corresponda hoje a aproximadamente 500% da renda anual mundial. Soma-se a isso o fato da crescente evolução dos *rankings* mundiais de fortunas, chegarem nos dias de hoje a aproximadamente 1,5% da riqueza privada mundial e estar concentrada para um número de indivíduos que, incrivelmente, não chega a 40 (PIKETTY, 2014).

³ Utilizaremos a terminologia adotada por Jessé Souza: os países ditos desenvolvidos (França, Alemanha, EUA, etc.) constituem-se das sociedades centrais, e os países ditos em desenvolvimento, as sociedades periféricas (Brasil, México, etc.).

Na medida em que os fenômenos tecnológicos passam a estar cada vez mais presentes na vida cotidiana da sociedade, esta dicotomia – desenvolvimento humano *versus* desenvolvimento tecnológico – exige uma conscientização cada vez maior. Essa relação dicotômica é tão explícita que muitos autores contemporâneos reforçam sua existência através de outras relações que há pouco tempo eram desconhecidas.

É um forte exemplo disso a revolução dataísta (HARARI, 2016), que estabelece um novo paradigma filosófico, fazendo “ruir a barreira entre animais e máquinas com a expectativa de que, eventualmente, os algoritmos eletrônicos decifrem e superem os algoritmos bioquímicos” (HARARI, 2016b, p. 370). O autor nomeia esta nova revolução como “a religião dos dados”, uma revolução dataísta.

Harari identifica em sua tese, em outros termos, a ocorrência de uma verdadeira transformação em todos os valores fortemente arraigados, em especial na cultura ocidental, que tanto valorizaram o humanismo, nas suas diferentes correntes sociológicas, desde o marxismo até o liberalismo. O que fica claro ao longo das inferências feitas por Harari é que a filosofia liberal, solidamente amparada pelo humanismo, passa a ser minada pelas descobertas científicas recentes. Um dos desenvolvimentos práticos desse novo contexto, no âmbito do que o autor chama de “o grande desacoplamento” trata-se do seguinte: “os humanos perderão sua utilidade econômica e militar e, em decorrência, o sistema econômico e político deixará de lhe atribuir muito valor” (HARARI, 2016b, p. 309).

Além dessas questões importantes desvendadas por Harari, observa-se também um iminente esgotamento da resolução dos conflitos sociais e políticos a partir dos paradigmas republicanos e democráticos reconhecidos e aceitos pelas sociedades, que agrava sobremaneira a relação desenvolvimento humano *versus* tecnológico. O reflexo disso pode estar, por exemplo, na quantidade de “não-políticos” que estão ingressando nos maiores cargos de representações das principais nações do globo, como, por exemplo, o caso da eleição de Donald Trump, em 2016, nos Estados Unidos. Observa-se, em situações como esta, a ascensão ao poder de sujeitos que sempre contes-

taram abertamente valores e princípios que dão sustentação a regimes democráticos, para o bem e para o mal. Todavia, observa-se que por trás desta roupagem não política, há uma clara intenção ideológica, materializada por iniciativas que podem viabilizar inclusive o cerceamento à liberdade de expressão em universidades e escolas, comprometendo assim a consciência crítica das próximas gerações.

Esse descrito cenário não é fato notório apenas nos EUA. Espalha-se uma onda conservadora por todo o mundo, apoiada em ideias pouco ou quase nada democráticas, com legitimação de discursos racistas, xenófobos, homofóbicos sob o nome de “liberalismo e liberdade de escolhas” que fatalmente interferem no processo de “desenvolvimento tecnológico”. As sociedades parecem estar encontrando justificativas para alguns sentimentos de exclusão, de ódio e de violência. Além disso, todo esse contexto traz à tona os processos migratórios atualmente em curso em diferentes regiões do planeta Terra, revelando a complexidade do momento no qual estamos vivendo.

O contexto apresentado nos parágrafos anteriores por certo tem influência direta na formação das novas gerações de engenheiros que terão pela frente complexos problemas políticos/tecnológicos, em especial no âmbito do que tem sido denominada Revolução 4.0. Detalharemos mais adiante esta recente transformação a qual está sendo submetida nossas diferentes sociedades, em nível global. A automação, a inteligência artificial, a biotecnologia e a internet das coisas definitivamente estão modificando a forma como os seres humanos estão interagindo entre si e com a própria tecnologia.

Carros autônomos, impressoras 3D, robótica entre outras integrações tecnológicas contribuirão para que sequer saibamos quais são os empregos ou qual o tipo de trabalho será necessário nos próximos 10 ou 20 anos. Isso significa que o professor terá que trabalhar com os estudantes um contexto extremamente mais complexo do que se trabalhava em situações anteriores. Se não sabemos o tipo de atividade a ser desenvolvida por nossos alunos no futuro, quais habilidades deverão ser trabalhadas? Kelly (2018) enfatiza a importância de se pensar a multiplicidade de carreiras que uma mesma pessoa precisará ter em um futuro mui-

to próximo, tendo em vista a vida útil cada vez menor de diferentes tecnologias.

Assim, diante de todo esse cenário altamente complexo e multidisciplinar, precisamos encontrar caminhos para a formação do professor de Engenharia, pois, afinal, o que é a Engenharia para ficar de fora do desvelamento de todas essas variáveis contemporâneas que podem interferir em todo o processo civilizatório? Que problemas poderemos solucionar se não soubermos defini-los com a maior precisão possível? É a essa procura que nos submetemos agora, afirmando ser cada vez mais necessária a inclusão de questões humanas mescladas às questões técnicas dentro da Educação em Engenharia.

Neste contexto, este artigo tem como objetivo avaliar as consequências da Revolução 4.0 para a formação do professor em Engenharia, sob o ponto de vista das variáveis técnicas da contemporaneidade que serão construídas no referencial teórico a seguir. Ou seja, que implicações práticas este cenário traz para a Educação em Engenharia? Que nível de compreensão este profissional deverá ter a respeito desse novo cenário? Quais as consequências da chamada Revolução 4.0 para a futura prática profissional da Engenharia? Ainda, segundo Bazzo (2016), quais as principais diretrizes para uma verdadeira “refundação, principalmente de ordem conceitual e epistemológica da Educação em Engenharia?”.

BUSCANDO REFERENCIAL TEÓRICO NAS DIVERSAS ÁREAS DO CONHECIMENTO

Para podermos dar respostas ao que nos propomos neste artigo, buscamos nesta seção alguns aspectos que podem fornecer subsídios à nossa análise, em especial com relação à realidade brasileira. É aqui que encontramos um importante aporte na obra de Jessé Souza, que construiu de forma muito bem fundamentada o que chamou de uma teoria sociológica crítica para o Brasil. Afinal, por que motivo estamos, em pleno século XXI, presos ainda em conflitos de classe? Por que encaramos com tanta naturalidade a pobreza e o sofrimento alheios e nos recolhemos em nossos condomínios fechados,

com um forte aparato de segurança e nos confortamos com filhos matriculados em escolas particulares, “seguras” e garantidoras da “ordem”? Será que aqueles que defendem a meritocracia – com tanta falta de oportunidades para todos –, o fazem mesmo com convicção, ou não saíram para rua? Souza (2015; 2017) descreve a forma como se constituiu no Brasil o que se denomina “a ralé brasileira”, especialmente no período posterior à abolição da escravatura. Após esse episódio, a sociedade brasileira encontrou um motivo para excluir e/ou discriminar um grande contingente da população, sob o nome de meritocracia. Ou seja, são excluídos por conta de suas supostas limitações e não pelo fato de que essas pessoas não têm acesso especialmente ao capital cultural, tido, equivocadamente, como privilégio da classe média, por exemplo.

Esses são aspectos que nos inquietam e que nos fazem buscar alternativas para as necessárias transformações, que podem e devem passar pelas escolas de Engenharia.

Com o propósito de entendermos mais profundamente esta relação “intestinal” entre o processo político/social e os “escolhidos” avanços tecnológicos, dividiremos nosso referencial em três categorias: o comportamento social do Brasil que Jessé Souza denominou “a elite do atraso” (SOUZA, 2017); ampliando o escopo, analisaremos o impacto do humanismo na formação de engenheiros – estendendo assim o estudo para um volume de controle mais amplo que seria o de todas as nações; e, por fim, voltando depois ao caso mais restrito de nossas análises, focaremos na questão do humanismo e da realidade social brasileira e em como isso reflete na Educação em Engenharia e na formação do professor das escolas de Engenharia.

A elite do atraso

A história da formação da sociedade brasileira, desde seu “descobrimento” por parte dos portugueses até os dias atuais, precisa ser compreendida segundo uma perspectiva crítica (SOUZA, 2015). Há uma considerável quantidade de autores consagrados⁴ que, de certa forma, têm contribuído para a formação dos princi-

pais conceitos – ou preconceitos – que norteiam as relações sociais estabelecidas na sociedade. Tal análise não pode deixar de ser feita sem considerar o contexto internacional e a influência histórica dos países centrais nos periféricos, desde os processos de colonização até os dias de hoje. A título de exemplo e de reforço dessa tese, já é de domínio público a interferência do embaixador americano no Brasil à época, Lincoln Gordon, a partir de mensagens enviadas por ele ao presidente John Kennedy, em que aparece claramente a mobilização americana contra o presidente João Goulart (MACEDO, 2019). A pergunta que fica é se os episódios recentes da política brasileira, especialmente a partir de 2013, tinham apenas a intenção de acabar com a corrupção, sem interlocução nenhuma com interesses geopolíticos. Tais interferências e/ou interesses ocorrem a partir de um processo de cooptação de setores contrários a políticas de distribuição de renda e de ampliação do acesso das classes usualmente excluídas a bens e serviços como casa própria, veículos próprios, filhos na universidade etc. Especula-se que a influência norte-americana ocorre principalmente devido ao fato das riquezas brasileiras estarem sendo direcionadas para a manutenção de políticas voltadas à soberania nacional, como, por exemplo, a recente descoberta da camada pré-sal pela Petrobrás, cujos recursos, em grande medida, estavam destinados a investimentos em educação no país. Chama atenção o fato de que uma das primeiras medidas do governo estabelecido após o impedimento foi abrir a exploração do pré-sal a empresas estrangeiras e eliminar a destinação de parte dos recursos para a educação brasileira, agenda que permanece e com cada vez mais força no governo eleito no ano de 2018.

Jessé Souza é uma importante referência para que se possa entender todo esse processo histórico que permanece vivo na sociedade brasileira, relatado no parágrafo anterior. Ele apresenta uma consistente contribuição sociológica ao categorizar o que chama de elite do atraso (SOUZA, 2017). Para que se compreenda efetivamente essa categoria teórica, é necessária a construção de uma teoria sociológica crítica (SOUZA, 2015), superando-se os atuais paradigmas que (não) explicam a verdadeira constituição social brasileira. O autor critica principalmente duas categorias, fortemente en-

4 Florestan Fernandes, Sérgio Buarque de Holanda, Raymundo Faoro, Roberto DaMata, Fernando Henrique Cardoso entre outros.

raizadas no senso-comum da compreensão, em especial, da classe média brasileira: o patrimonialismo e o populismo.

O primeiro (Estado *versus* Mercado) atribuindo todo o problema da corrupção para o Estado e suas políticas públicas, categorizando, assim, o Patrimonialismo (FAORO, 1958). O Mercado, com tudo de virtuoso que a sociedade pode ter, e o Estado no seu oposto. Neste contexto, omite-se todo o processo de corrupção presente nas relações do Mercado bem como a ação silenciosa de uma verdadeira elite contrária aos interesses do país, que legitima suas ações a partir de parte de intelectuais que dão caráter científico aos pressupostos dessa opção ideológica. Vale lembrar que esta idealização do Mercado tem sido denunciada há algum tempo em diferentes países, o que nos faz lembrar o economista vencedor do Prêmio Nobel Joseph Stilitz, que definiu como “fundamentalismo de mercado” a forma extrema a partir da qual o capitalismo remodelou o nosso mundo na segunda metade do século XX.

O segundo, Populismo, enquanto um instrumento de desqualificação das lideranças populares surgidas no Brasil e que colocaram em prática políticas voltadas à garantia de direitos sociais e à distribuição de renda. Tal classificação veste-se, na verdade, a partir de um preconceito de classe exercido de forma deliberada contra a vontade popular. Ou seja, quer-se dizer que os líderes ditos populistas utilizam seu carisma para conquistar o voto da maior parte da população e, curiosamente, este fenômeno só é evocado quando o líder eleito, em alguma medida, é contestado pelas chamadas forças de mercado. É algo do tipo: a democracia só é válida quando nossos candidatos vencem. Se perdermos, foi por conta de líderes populistas, que receberam votos de uma maioria sem instrução e que não tem condições de fazer a “melhor” escolha.

Conforme foi reforçado na introdução, partiremos da realidade social brasileira, com todas as suas contradições, vícios e distorções, tão bem descritas por Souza (2015). Com base nessa referência inicial, em que em especial as comunidades acadêmica e profissional da Engenharia brasileira se inserem, torna-se possível ter um significativo ponto de partida para se analisar a questão dos valores humanos na

Educação em Engenharia, constituindo-se, por fim, nas variáveis que interferem na equação civilizatória, algo do local para o global.

Mas, afinal, (i) o que a soberania nacional, a distribuição de renda, o petróleo, o populismo, o mercado entre outros aspectos complexos de uma nação têm a ver com a Educação em Engenharia na perspectiva de uma visão humanista? Mais ainda: (ii) o que se entende por uma Educação em Engenharia na perspectiva humanista? Podemos iniciar respondendo a primeira pergunta, tendo, no entanto, como objetivo maior elucidar o que entendemos ser uma Educação Humanista em Engenharia.

Começamos então pela primeira resposta, iniciando a abordagem sobre soberania nacional. Observa-se que, justamente nestes períodos de fortalecimento da soberania nacional, ocorre uma forte demanda de formação em Engenharia. A opção pela produção das plataformas de extração de petróleo no território nacional, a partir de 2003, transformou as economias de algumas regiões brasileiras, antes estagnadas economicamente, como a metade sul do Estado do Rio Grande do Sul, por exemplo. Essas operações de construções de plataformas exigiu uma forte política de contratação de técnicos e engenheiros, alavancada pela exigência de um mínimo de conteúdo local para a produção. O mesmo ocorreu em períodos anteriores, como no Plano de Metas, proposto pelo ex-presidente Juscelino Kubitschek, ou no movimento “O Petróleo é Nosso”, de Getúlio Vargas, na década de 50 do século passado.

Apesar desta nítida expansão da Engenharia e dos processos tecnológicos nesses períodos, não se observa um engajamento das organizações de classe da Engenharia na defesa dos referidos projetos, em grande medida em função da enorme influência da elite do atraso, anteriormente descrita, fortemente enraizada na sociedade brasileira.

Por outro lado, esse desprestígio da Engenharia não ocorre em nações desenvolvidas. Alguns exemplos podem ilustrar esta situação: durante o Governo Obama, na iminência da falência da General Motors – GM, o governo americano comprou ações da empresa e fez os investimentos necessários para salvá-la. No mesmo período, a chanceler Ângela Merkel, da Alemanha, impediu investimentos na GM ale-

mã para não prejudicar a Volkswagen, montadora local. Mais recentemente, no bojo das atuais políticas do Governo Trump, a GM planeja fechar algumas unidades no solo americano e está sendo acusada de antipatriota. Ou seja, a globalização parece interessante quando se trata de obter mercados em países alheios, desde que não interfira nas empresas do seu próprio país. Tal lógica passa necessariamente pela Engenharia, basta ver, por exemplo, a quantidade de engenheiros nos diferentes países. No Brasil, há em torno de seis engenheiros para cada 1000 trabalhadores, sendo que nos Estados Unidos e no Japão o número chega a 25 (CONFEA, 2018). Ainda, se observarmos o que vem ocorrendo desde 2016 com uma pretensa limpeza nos atos de corrupção no país, conclui-se que o que tem ocorrido de fato é a liquidação de uma série de empresas brasileiras, que tem prejudicado a engenharia nacional como um todo. E o pior: não se identifica nem de perto a pretensa extinção da corrupção, tendo em vista que há uma série de corruptos e corruptores fora da cadeia, usufruindo tranquilamente de seu patrimônio. As empresas, por outro lado, liquidadas. Soma-se a isso ainda a entrega de setores tecnológicos estratégicos, como a recente venda e consequente entrega do controle acionário da Embraer para a Boeing.

Seguindo ainda na primeira questão, precisamos falar dos impactos na Educação em Engenharia da distribuição de renda, do populismo e da relação Mercado *versus* Estado. Entendemos, em primeiro lugar, que a própria legislação que dá suporte à formação em Engenharia já reforça alguns desses aspectos. A Resolução no 11 de março de 2002 (BRASIL, 2002)⁵, do Conselho Nacional de Educação (CNE) e da Câmara de Educação Superior (CES), que estabelece as “Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia”, reforça a importância de competências e habilidades adicionais a aspectos técnicos, entre elas o senso crítico do contexto social. Segundo o documen-

to, o curso de Engenharia “deve proporcionar, tanto ao aluno quanto ao profissional, a capacidade de absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanista, em atendimento às demandas da sociedade”. Dentro desse quadro, como não trabalhar a questão da flagrante desigualdade social presente no contexto nacional e global? Bregman (2018) apresenta um importante estudo mostrando que os indicadores sociais são melhores em países onde há menor desigualdade, e não necessariamente naqueles países mais ricos. Trata-se de uma preocupação eminentemente social, prevista nas diretrizes curriculares da Engenharia.

A visão pejorativa que se estabelece sobre o que se chama de populismo e as relações entre Mercado *versus* Estado também impacta diretamente na formação do Engenheiro. Na seção anterior já descrevemos alguns aspectos relacionados com a questão do petróleo, por exemplo, e o quanto ele foi valorizado nos ditos governos “populistas”. Além disso, os impactos dos investimentos da indústria do petróleo na Engenharia são significativos. Tais investimentos, em grande medida de origem estatal, também acabam sendo estigmatizados na relação Mercado *versus* Estado, em que as virtudes cabem ao primeiro e os vícios ao segundo. O raciocínio é simples: se a Engenharia se desenvolve tanto a partir de políticas públicas, estamos então do lado ruim da sociedade? Ou devemos analisar criticamente esta falsa dicotomia Estado *versus* Mercado? Entendemos que há vícios e virtudes em ambos, mas a história mostra que investimentos massivos em geração de energia, infraestrutura e transformações tecnológicas sempre ocorrem a partir de origem estatal nos mais diversos matizes ideológicos.

A segunda questão que abordamos anteriormente, relativa ao que é de fato uma educação humanista na engenharia, exige um aprofundamento ainda maior e decorre das respostas da primeira pergunta, apresentadas nos parágrafos anteriores. Nesse sentido, a próxima seção propõe-se à análise do humanismo e seu impacto na formação de engenheiros.

5 O Ministério da Educação está em fase final de elaboração de novas Diretrizes Curriculares Nacionais para cursos de graduação em Engenharia, a partir do Parecer CNE/CES Nº 01 de 23/01/2019 que, no momento de fechamento deste texto, aguarda homologação por parte do Ministério da Educação.

O humanismo e seu impacto na formação de engenheiros

O humanismo (HARARI, 2017) pode ser interpretado como um fenômeno equiparável a uma religião, tendo como centro de tudo a humanidade. Essa compreensão filosófica do mundo foi delineada no Iluminismo e na Revolução Francesa, gerando, a partir disso, uma série de desdobramentos cujas consequências se prolongam até os dias de hoje. Segundo Harari, só a partir do que chama de entidades intersubjetivas é que se torna possível mobilizar multidões em torno de uma causa. Isso valeu para o Cristianismo, para o Absolutismo e, mais recentemente, para o marxismo e para o liberalismo, sendo esses dois últimos baseados no humanismo. Ou seja, toda proposição filosófica e sociológica que se faz no humanismo baseia-se no bem-estar dos seres humanos, na sua dita liberdade de escolha e, em última medida, na satisfação dos seus desejos.

Se observarmos toda a evolução epistemológica da Engenharia, em especial na realidade brasileira, tem-se claramente uma conexão com a concepção filosófica humanista. Praticamente todas as escolas de Engenharia brasileiras basearam-se, na sua criação, no positivismo, um movimento filosófico iluminista, com forte apelo à racionalidade e ao método. Esse viés filosófico exerce até os dias de hoje uma grande influência epistemológica nos diferentes cursos de Engenharia, o que contribuiu, em parte, para uma tendência pouco contestadora dos acadêmicos que neles atuam. Essa realidade pode, em certa medida, dificultar a compreensão dos aspectos que descrevemos aqui por parte da comunidade da área da Engenharia. Ou seja, a postura contestadora fortalece o espírito crítico e desperta a compreensão de variáveis além das técnicas, indo ao encontro do que estabelecem as Diretrizes Curriculares (BRASIL, 2002).

Essa perspectiva deve estar presente na formação do professor de Engenharia. Desde o início, a ideia central deste artigo é propor alguns elementos, os quais denominamos “variáveis técnicas da contemporaneidade”, que contribuam para reflexões nas diferentes escolas de Engenharia do Brasil no sentido de evidenciar a importância de uma efetiva transformação na

formação em Engenharia, que passa, em grande medida, pelo professor das diferentes escolas.

Variáveis técnicas da contemporaneidade

O primeiro aspecto que precisa ser considerado no âmbito do estabelecimento dessas variáveis, na perspectiva da teoria sociológica crítica proposta por Souza (2015) e da revolução datista de Harari, que de certa forma reformula e resinifica o humanismo, é a questão da emergência de uma nova matriz econômica, que impacta diretamente no futuro exercício profissional da Engenharia.

Essa nova matriz se estabelece a partir do “eclipse” do capitalismo, especialmente devido ao aumento substancial do compartilhamento de bens e serviços (RIFKIN, 2016). Segundo o autor, esse compartilhamento leva a uma tendência de custo marginal próximo de zero para esses serviços, o que levaria a uma redução cada vez maior de grandes corporações com um modo de funcionamento verticalizado, tendo em vista que as relações econômicas passariam mais a acontecer horizontalmente. Exemplos de tais estruturas são inúmeros, como por exemplo o Airbnb, para serviços de hospedagem, a universalização do transporte por aplicativos, a existência do próprio uso de veículo compartilhado entre outros.

Um segundo aspecto está relacionado ao estabelecimento de novas condições de vida na sociedade humana, que é responsabilidade da educação em todos os níveis, a partir de uma perspectiva que não se limite a discutir método ou didática. Bregman (2018), ao denunciar a abordagem usualmente instrumental que se faz da educação, descreve que, invariavelmente, o foco está na competência e não nos valores; na didática e não em ideais; na capacidade de resolução de problemas, mas não nos problemas que urgem resolução. Isso nos leva a pensar qual mercado de trabalho teremos no futuro, quando nossos alunos estarão exercendo a sua profissão, bem como quais os grandes temas que geram consequências para a própria sobrevivência de nossa civilização. Bazzo (2018), ao abordar a temática, defende uma autocrítica nas atuais ações na educação tecnológica, na medida da necessária conexão entre ciência, tecnologia e sociedade. Por exemplo, um professor de

Engenharia, quando trabalha a Ciência dos Materiais, deve apresentar também as consequências ambientais do uso de cada tipo de material, proporcionando assim uma reflexão crítica sobre o tema que está sendo trabalhado. Além disso, essas reflexões devem fazer parte do processo de formação dos professores de cursos de Engenharia.

A REVOLUÇÃO 4.0: O QUE É, PARA QUE É E PARA QUEM É?

A chamada quarta revolução industrial (SCHWAB, 2016; 2018) tem sido largamente explorada em diferentes contextos, sendo considerada desde uma grande solução para a produtividade e a eficiência das indústrias, tendo em vista que estarão menos sujeitas aos “erros” humanos, até uma possibilidade de redução drástica nos empregos e nas ocupações da população em geral. De que se trata efetivamente a Revolução 4.0, para que ela serve e para quem ela se destina?

A Revolução 4.0 – sobre o que estamos falando

Schwab (2016) faz uma importante diferenciação entre o que chama de quarta revolução industrial e as três revoluções anteriores. A primeira questão é que os impactos estão sendo discutidos juntamente com as transformações tecnológicas em curso, e a segunda questão é que a quarta revolução consiste na integração de diferentes tecnologias, além de permitir a fusão com os domínios físicos, digitais e tecnológicos. Entre os principais exemplos desse movimento estão a nanotecnologia, o sequenciamento genético, a computação quântica, as energias renováveis entre outros.

É importante destacar que essa revolução, viável principalmente pelo avanço da tecnologia digital, está transformando radicalmente a organização da sociedade, reformulando paradigmas consolidados nas revoluções anteriores, como a clara distinção entre produtor e consumidor, padrões de consumo, modelos de negócio etc. Diamants e Kotler (2012), apesar de não utilizarem a mesma terminologia de Schwab, apresentam uma série de convergências com Schwab no movimento denominado

abundância⁶. Os autores tratam das tecnologias exponenciais, de transformações na educação, na assistência médica, na geração de energia entre outros.

A Revolução 4.0 – para que serve e para quem se destina

Conforme deixamos claro desde o início deste artigo, estamos tratando de estabelecer variáveis técnicas contemporâneas que contribuam para, em certa medida, refundar as bases da Educação em Engenharia, entendendo o engenheiro como um ser social, antes de tudo. Reforça-se aqui a abordagem proposta por Bregman (2018), no sentido de que, ao invés de trabalharmos com a necessidade dos alunos de se adaptarem aos desafios futuros, devemos estar concentrados em guiar e criar. “Em vez de pensar no que *precisamos* para ganhar nosso sustento com um emprego inútil, poderíamos ponderar sobre como *queremos* ganhar nosso sustento”. Alguém que precisa exercer a cidadania e trabalhar para a formação de cidadãos comprometidos com valores humanos, éticos, multidisciplinares. Esses valores precisam deixar de estar apenas nos projetos pedagógicos dos cursos e precisam ir para as salas de aula. Para isso, urge sabermos, afinal, para que serve a Revolução 4.0 e a quem ela se destina.

A experiência de professor tem nos mostrado o quanto é imprescindível que se trate com os estudantes questões contemporâneas, o que exigirá do professor uma constante atualização. A inquietação e a ansiedade dos estudantes são nítidas quando são apresentados e trabalhados esses temas, conectados com os conceitos tecnológicos que estão sendo trabalhados.

Na perspectiva de um professor de Engenharia, precisamos nos questionar sobre o efetivo resultado que a Revolução 4.0 trará para a sociedade e, em última instância, para a sobrevivência de nossa civilização.

Uma questão fundamental neste processo é a análise, anterior à implantação das tecnologias, dos valores específicos associados a elas. Segundo Schwab (2018), só são trabalhados esses valores na fase final de implantação das tecnologias, o que pode promover uma resistência da sociedade a esta implementação,

⁶ Para saber mais, acessar: www.abundancehub.com

além de impedir de se saber afinal para que serve e para quem se destina aquela tecnologia. O autor ainda cita um código de ética desenvolvido pela Comunidade de Jovens Cientistas do Fórum Econômico Mundial, que pode ser um bom ponto de partida para que se reduzam essas resistências.

Tratemos agora daquela que talvez seja a maior preocupação de quem parte de uma perspectiva social: a questão do emprego. Afinal, a robótica e a inteligência artificial gerarão uma fila infundável de desempregados? A impressão 3D, que já está permitindo a construção de casas, por exemplo, a Internet das coisas e outras tecnologias contribuirão também para esse cenário desolador de geração de desemprego? Conforme bem destacam Diamandis e Kotler (2012, p. 351), robôs “trabalham 24 horas por dia, sete dias por semana e não ficam doentes, não cometem erros, nem entram em greve”. Na sua perspectiva otimista, os autores comparam com transformações anteriores, como a predominância anterior de trabalho agrícola, posteriormente substituído pela automação industrial. Os antigos empregos acabaram sendo substituídos por outros de maior qualificação. Seria este um caminho natural do progresso. Seria necessária a criação de empregos que utilizassem a criatividade humana, ou mesmo permitir que as pessoas possam se aposentar mais cedo, num ambiente de abundância de recursos, em que não se dependam mais dos seus empregos. Poderiam se dedicar a atividades de lazer como a arte, música ou mesmo preservação do meio ambiente. Todavia, essa perspectiva não é unânime, na medida em que alguns autores apresentam um quadro mais preocupante. Harari (2018) relata estudos de neurociência e economia comportamental que se dedicam a procurar saber como os seres humanos tomam decisões. Tais estudos podem inclusive começar a mapear uma característica defendida como exclusiva dos seres humanos: a intuição. Imaginem termos que competir com robôs que, além de todas as características já apresentadas, são também intuitivos. Por outro lado, o autor reforça que as atividades de cuidado – de enfermos, crianças e idosos – devem continuar a ser um bastião humano por muito tempo, além da criatividade, que coloca significativos obstáculos para automação.

Ainda sob uma perspectiva crítica acerca da Revolução 4.0, Harari (2018, p. 401) destaca que qualquer novo credo que quiser modelar o mundo em 2050, “terá não só que desvendar a inteligência artificial, os algoritmos de Big Data e bioengenharia como precisará também incorporá-los numa narrativa nova e significativa”.

Mas, voltemos então às perguntas: para que e para quem? Ao tentar respondê-las chegaremos a muitas outras derivadas delas: avançaremos nos valores que já elencamos anteriormente a partir da implementação de todas essas tecnologias? Promoveremos maior participação em decisões coletivas? As democracias serão aperfeiçoadas? Ocorrerá redução das desigualdades sociais e dos privilégios? E, finalmente, a dúvida diretora desse nosso ensaio: os professores dos cursos de Engenharia estão preparados para iniciar essa jornada?

POSSIBILIDADES DE AÇÕES

Muito dito, muito pensado... E como agir, afinal, diante deste quadro que se configura? Vamos arriscar enumerar algumas ações no sentido de contribuir para que as escolas de Engenharia promovam uma reflexão crítica acerca dos temas apresentados.

Conforme já nos referimos, exercer a cidadania a partir de um engajamento social e coletivo não é algo periférico para a Educação em Engenharia. Pelo contrário, deve ser a questão motivadora de todo e qualquer projeto pedagógico de cursos de Engenharia e deve efetivamente estar presente em cada reunião de colegiado e em cada sala de aula.

a) Constante aprimoramento docente nos diferentes níveis de formação

Esta é a estratégia primordial, pois só será possível transformar tal realidade a partir do efetivo aprimoramento docente, nos seus diferentes níveis. Os conhecimentos não podem mais ser segmentados por disciplinas, isoladas em seus departamentos. Os temas que hoje inquietam acadêmicos, líderes globais e estudiosos de diferentes áreas são indubitavelmente de caráter interdisciplinar. Se considerarmos cada uma das integrações de tecnologias existentes no âmbito das aplicações da quarta revolução

industrial apresentadas nas seções anteriores, será evidente e indispensável a presença de diferentes áreas de conhecimento. *Designers*, sociólogos, engenheiros, matemáticos entre outros deverão estar presentes na busca de soluções, bem como na análise dos impactos decorrentes dessas tecnologias.

b) Incentivo à leitura crítica de diferentes pensadores com foco nos conhecimentos e situações concretas da sociedade contemporânea

Torna-se inevitável a presença de reflexões de pensadores contemporâneos, nos diferentes níveis de ensino. Desde a educação básica já se observa uma clara inquietude dos estudantes quanto às transformações que estão ocorrendo no cotidiano a partir da Revolução 4.0. Schwab (2018) apresenta de forma detalhada e perfeitamente compreensível pelo público leigo a abrangência desta Revolução, não deixando de analisar as consequências, os impactos e os riscos presentes no contexto apresentado. Essa discussão não é exclusividade de nenhuma matriz ideológica. Ao contrário, trata-se de uma reflexão a respeito do próprio rumo da nossa civilização, tendo em vista que as implicações da Revolução 4.0 podem potencializar distorções já existentes, especialmente se não houver essa reflexão crítica sobre esses temas. Não deixam de ser imprescindíveis também leituras de sociólogos que retratam sob uma perspectiva crítica a situação brasileira. É nítido o rápido impacto do desenvolvimento social e econômico de uma nação no exercício da Engenharia. Assim, nada mais natural e necessário que as escolas de engenharia tragam essas reflexões para a sala de aula. Soberania nacional, independência energética, distribuição de renda, desigualdade social entre outros aspectos são questões pertinentes à Engenharia, assim como nosso rumo civilizatório, cada vez mais problematizado pela exacerbação do consumo e pela degradação ambiental.

Criar tecnologias, comercializá-las, promover mais consumo, sem uma reflexão acerca das reais necessidades deste consumo, da capacidade de suporte do planeta terra e do impacto dessas tecnologias na distribuição de renda da população são sim questões de Engenharia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estamos, inegavelmente, diante de novas condições de vida da sociedade humana, com mudanças radicais nas relações de consumo, na geração de energia, nos transportes e nas comunicações. É bem possível que, num curto espaço de tempo, talvez num período em torno de 10 anos, tenhamos uma transformação completa nos meios de produção e consumo, bem como nas profissões existentes nas diferentes sociedades. Dessa forma, precisamos urgentemente avançar nestas discussões nas escolas de Engenharia. Iniciamos com uma preocupação pedagógica, que se ampliou para problemas sociais, humanos e tecnológicos, e que, atualmente, se transformaram em questões de sobrevivência da própria civilização. Parece haver pouco espaço para que se aumentem ainda os níveis de consumos nas nações desenvolvidas, as desigualdades sociais e econômicas, os desperdícios energéticos entre outros aspectos. Por fim, a partir do conhecimento que temos acerca da Educação Tecnológica, entendemos que devemos transformar essas inquietudes e essas preocupações em esperança. Podemos, sim, a partir do potencial apresentado para Revolução 4.0, criar uma sociedade mais justa e igualitária. Para isso, precisamos aprofundar essas discussões e problematizar os rumos civilizatórios, caminhando assim na direção de um mundo menos desigual.

REFERÊNCIAS

- BAZZO, W. A. Cultura Científica *versus* Humanística: CTS é o elo? **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 58, p. 1-1, 2012.
- BAZZO, W. A. Ponto de ruptura civilizatória: a Pertinência de uma Educação Desobediente. **Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad**, v. 11, p. 73-91, 2016.
- BAZZO, W. A. Quase três décadas de CTS no Brasil! Sobre avanços, desconfortos e provocações. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, 2018.
- 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.

- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Resolução nº 11**, de 11 de março de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 abr. 2002. Seção 1, p. 32. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em: 5 maio. 2018.
- BREGMAN, R. **Utopia para Realistas**: como construir um mundo melhor. Rio de Janeiro: Sextante, 2018.
- CONFEA. A falta de engenheiros. Disponível em: <<http://www.confex.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=15360&sid=1206>>. Acesso em: 30 nov. 2018.
- DIAMAND, P. H.; KOTLER, S. **Abundância**: o futuro é melhor do que você imagina. São Paulo: HSM Editora, 2012.
- FAORO, R. **Os donos do poder**. Formação do Patronato Político Brasileiro. Rio de Janeiro: Globo, 1958.
- HARARI, Y. N. **21 lições para o século 21**. São Paulo: Companhia das Letras, 2016a.
- HARARI, Y. N. **Homodeus** – uma breve história do amanhã. São Paulo: Companhia das Letras, 2016b.
- HARARI, Y. N. **Sapiens** – uma breve história da humanidade. Porto Alegre: L&PM, 2017.
- KELLY, K. **Inevitável** – As 12 forças tecnológicas que mudarão o nosso mundo. São Paulo: HSM Editora, 2018.
- KLEIN, N. **Não basta dizer não**: resistir à nova política de choque e conquistar o mundo do qual precisamos. São Paulo: Bertrand Brasil, 2017.
- MACEDO, D. Governo norte-americano participa do golpe militar no Brasil. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2014-03/governo-norte-americano-participa-de-golpe-militar-no-brasil>>. Acesso em: 11 mar. 2019.
- ORDIN, 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. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 13, p. 224-239, 2017.
- PIKETTY, T. **O capital no século XXI**. Rio de Janeiro, Intrínseca, 2014.
- RIFKIN, J. **Sociedade com custo marginal zero**. São Paulo: Makron Books, 2016.
- SANTUCCI, J. Inteligência artificial e indústria 4.0: conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico. **Revista Bimestral do CREA-RS**, n. 127, p. 32-36, set./out., 2018.
- SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.
- SCHWAB, K. **Aplicando a Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2018.
- SOUZA, J. de. **A elite do atraso**: da escravidão à lava-jato. São Paulo: LeYa, 2017.
- SOUZA, J. de. **A tolice da inteligência brasileira: ou como o país se deixa manipular pela elite**. São Paulo: LeYa, 2015.

DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



Walter Antonio Bazzo – engenheiro mecânico e doutor em educação na área de ciências. Desenvolve seus estudos em Educação Tecnológica com ênfase no processo civilizatório contemporâneo e nas relações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Professor Titular do Departamento de Engenharia Mecânica e do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) da UFSC, atua como membro do Conselho Editorial de várias revistas sobre Educação no Brasil e exterior. Publicou 10 livros (com várias edições) e mais de duzentos artigos científicos, além de alguns capítulos em livros de/com outros autores. Participou de mais de trezentos eventos entre congressos, seminários, aulas magnas e similares em âmbito nacional e internacional como palestrante. Um dos fundadores do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica (NEPET – www.nepet.ufsc.br) é o seu atual coordenador. Desde a década de 1990, vem participando como colaborador de eventos e na elaboração de materiais didáticos na Organização dos Países Ibero-americanos (OEI).



Luciano Andreatta Carvalho da Costa – engenheiro Civil e Licenciado em Matemática, especialista em Edificações, mestre e doutor em Engenharia. Professor Adjunto da UERGS, liderando o Grupo de Pesquisa em Docência para Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemática – GPDSTEM e atuando no Programa de Pós-Graduação em Docência para Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemática – PPGSTEM, como professor permanente. Professor colaborador do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências (PPGEC) da UFRGS, onde orienta alunos de mestrado e doutorado. É professor do curso de Engenharia Civil da FTEC e do curso de Mecânica da Fundação Liberato. De 2011 a 2014 foi Diretor Técnico da Secretaria de Ciência, Inovação e Desenvolvimento Tecnológico do Estado do RS e membro do Conselho Superior da UERGS. Tem experiência na área de Educação Científica e Tecnológica, com organização e capítulos de livros, artigos científicos, revisão de periódicos e editoras, bem como experiência em orientação acadêmica de mestrado e doutorado