

OS IDEAIS DE PROGRESSO POR MEIO DA TECNOLOGIA NA ENGENHARIA CIVIL BRASILEIRA: UMA RELAÇÃO ENTRE O SÉCULO XIX E A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA ATUAL

The ideals of progress through technology in Brazilian Civil Engineering: a relationship between the 19th century and current engineering education

Luisa Pereira Manske¹

Mario Lopes Amorim²

Resumo

Neste artigo investigamos qual o papel dos engenheiros civis na construção de um imaginário de modernidade e progresso tecnológico no Brasil e de que maneira isso permanece na organização da educação em engenharia atual. A pesquisa é realizada por meio de uma análise histórica da bibliografia consultada, focada na segunda metade do século XIX, quando aconteciam as Exposições Universais que impactaram o pensamento da burguesia brasileira, e das transformações que ocorreram ao longo do século XX no ensino de engenharia. Além disso, faz-se também uma análise documental das atuais Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia. Ao investigarmos a classe emergente dos engenheiros no país em relação com o que se considerava progresso, pode-se encontrar conexões com o ensino de engenharia do presente, como o determinismo tecnológico, a presença da inovação e a relação estreita com as empresas. Embora exista hoje uma preocupação com a responsabilização social e ambiental, salientamos a necessidade de uma educação em engenharia que seja crítica de si mesma.

Palavras-chave: Progresso tecnológico; Engenharia Civil; DCNs de Engenharia; Exposições Universais; Tecnologia.

Abstract

In this article we investigate the role of civil engineers in building an imaginary of modernity and technological progress in Brazil and how this remains in the organization of current engineering education. The research is carried out through a historical analysis of the reviewed literature, focused on the second half of the 19th century, when the Universal Exhibitions that impacted the thinking of the Brazilian bourgeoisie took place, and the transformations that occurred throughout the 20th century in engineering education. In addition, a document analysis of the current National Engineering Curricular Guidelines is also carried out. When investigating the emerging class of engineers in the country in relation to what was considered progress, connections can be found with current engineering education, such as technological determinism, the presence of innovation and close relationships with companies.

¹ Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade (PPGTE) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Paraná – Brasil. E-mail: lpmanske@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-8261-8909>

² Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo (USP). Professor do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade (PPGTE) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Paraná – Brasil. E-mail: marioamorim@utfpr.edu.br. <https://orcid.org/0000-0001-6610-7909>

Although there is today a concern with social and environmental responsibility, we emphasize the need for an engineering education that is critical of itself.

Keywords: Technological progress; Civil Engineering; Brazilian Engineering DCNs; Universal Exhibitions; Technology.

Introdução

A Engenharia Civil moderna é uma área de formação e atuação profissional cuja história se relaciona com as transformações sociais, culturais e urbanas vivenciadas a partir do século XIX com a organização capitalista do trabalho. As concepções de progresso e modernização a partir do desenvolvimento tecnológico tornaram-se imbricadas com o trabalho dos engenheiros civis a partir desse período, com a execução de grandes obras de engenharia, infraestrutura e reformas urbanas que transformaram as cidades, modificando substancialmente a organização social e a vida urbana que existia até então. No Brasil, alcançar a modernidade envolvia colocar-se na esteira do desenvolvimento industrial e urbano que se dava nos países centrais e, para isso, a atuação dos engenheiros se tornou imprescindível.

A engenharia que se desenvolve a partir do século XIX é institucionalizada, com a necessidade de uma formação universitária específica para o exercício da profissão. A educação em engenharia também esteve intimamente ligada às necessidades industriais, aos valores capitalistas e aos interesses das classes dominantes desde que começa a ser ofertada em diversas instituições civis na segunda metade do século XIX³ (KAWAMURA, 1979; NOBLE, 1979), e essa relação continua se manifestando de diferentes maneiras até o presente. Os ideais que fundaram a engenharia como a conhecemos hoje podem ainda ser observados nos fundamentos dos

³ A primeira instituição civil a ofertar cursos de engenharia no Brasil foi a Escola Politécnica do Rio de Janeiro, criada em 1874. No entanto, ela provém de uma instituição anterior, de caráter militar. Em 17 de dezembro de 1792 foi criada na cidade do Rio de Janeiro a Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho. Esta foi a primeira escola de engenharia das Américas e seguia o mesmo modelo da instituição de mesmo nome criada em 1790 em Portugal. Em 1810, após a chegada da família real ao Brasil, esta instituição passou a se chamar Academia Real Militar, oferecendo um curso de engenharia com duração de sete anos. A instituição se modificou diversas vezes na primeira metade do século XIX, até se ramificar na década de 1850 em Escola Militar e de Aplicação do Exército, que permaneceu formando os engenheiros militares, e a Escola Central, que teve como objetivo formar os engenheiros da sociedade civil. Em 1874, a Escola Central se desvincula do Ministério da Guerra e se transforma na Escola Politécnica, precursora da atual Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). A Escola Militar é a precursora do atual Instituto Militar de Engenharia (IME) (OLIVEIRA; ALMEIDA, 2010).

cursos de engenharia no Brasil atual, conforme o principal documento que guia a educação em engenharia atualmente: as Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de graduação em Engenharia (DCNs de Engenharia).

Diante desse cenário, este artigo tem como objetivo fazer uma análise histórica da bibliografia em relação ao papel dos engenheiros civis na estruturação e consolidação dos ideais de progresso e modernização por meio da tecnologia e identificar de que maneira esses ideais ainda se manifestam na educação em engenharia atual. Focamos especialmente no período de realização das Exposições Universais durante a segunda metade do século XIX, em conjunto com o tipo de pensamento que envolvia a categoria dos engenheiros no Brasil no mesmo período. Ao investigarmos a classe emergente dos engenheiros no país em relação ao que se considerava progresso, é possível encontrar conexões acerca da maneira como a engenharia e a tecnologia se relacionam hoje no Brasil.

Esta investigação tem relevância pela tentativa de compreender como se deu o passado e o que permanece, de forma a encontrar subsídios para modificar o cenário atual. Entre as problemáticas que envolvem o ensino de engenharia atualmente, pode-se citar a incorporação de uma perspectiva da ciência e da tecnologia como neutras e voltadas para o progresso, que reproduz um discurso determinista (NASCIMENTO, 2008) e uma formação limitada em termos das relações interdisciplinares entre ciência, tecnologia e sociedade (AMORIM, 2016). Além disso, ao se compreender o passado, possibilita-se encontrar os caminhos para uma engenharia mais engajada e envolvida com a sociedade e as questões ambientais. A construção de uma perspectiva crítica à própria profissão é imprescindível na engenharia atual, tópico extremamente urgente e necessário quando consideramos as diversas tragédias e crimes ambientais e sociais da última década, como o rompimento da barragem em Brumadinho-MG em 2019 e as recentes enchentes no Rio Grande do Sul, em 2024. O papel dos engenheiros civis é central em ambos os casos, desde a concepção, construção, manutenção e preocupação com estruturas que contemplem as reais necessidades da população e que são social e ambientalmente responsáveis ao longo de toda a sua existência no ambiente ao seu redor. Dessa forma, o foco na educação de futuros

engenheiros e engenheiras civis é de extrema relevância quando consideramos também o papel que exercem na sociedade e a responsabilidade frente às problemáticas vivenciadas neste século XXI no país e no mundo.

A pesquisa realizada neste artigo é parte da tese de doutorado da autora, que possui graduação em Engenharia Civil. Desde o mestrado, volta-se para os estudos da engenharia a partir da perspectiva crítica e interdisciplinar do campo da Ciência, Tecnologia e Sociedade, com ênfase em uma abordagem histórica dos elementos que constituem a Engenharia Civil brasileira e o ensino de engenharia no país. Além disso, debate a relação estreita da engenharia com o capitalismo e a influência das concepções de tecnologia na construção do imaginário de progresso e modernidade.

Tecnologia e determinismo tecnológico

A engenharia, segundo Kawamura (1979), inseriu-se no cenário da modernidade como uma facilitadora do que se entendia por progresso através da tecnologia. Nesse cenário, a figura do engenheiro emerge como o responsável pelo desenvolvimento tecnológico que modifica as capacidades de produção da indústria, assumindo um papel central no caminho para o progresso que as elites industriais almejavam em seus respectivos países. Esta posição elevou a profissão de engenharia a um *status* na sociedade que se faz presente até hoje, sendo reconhecida como de grande importância social e com uma diferenciação entre aqueles que exercem a profissão por meio do diploma universitário, algo que começa a acontecer na segunda metade do século XIX.

Uma das mais influentes ideias de progresso que se desenvolveu no século XIX está associada ao Positivismo de August Comte. De acordo com Nisbet (1985), Comte publicou a *Filosofia Positiva* entre 1830 e 1842, e se destacou como um filósofo que possuía uma orientação científica, em parte devida à sua passagem pela Escola Politécnica de Paris. O autor aponta que Comte está entre os intelectuais que, no período entre 1650 e 1900, elaboraram novas doutrinas em que o poder esteve relacionado tanto como um modo necessário quanto como uma finalidade do progresso, em nome de algum tipo de retorno para a sociedade. Nesse sentido, na sociedade

positivista concebida por Comte, deve prevalecer o poder absoluto dos cientistas e técnicos sobre os seres humanos como um todo, divididos entre “intelectuais” e “emocionais”, respectivamente. Nisbet (1985) adiciona que Comte definiu como a sua mais importante contribuição para o conhecimento a unificação dos princípios da ordem e do progresso em uma lei mestre. Para Comte, progresso, desenvolvimento e evolução significam, rigorosamente, o mesmo.

Dessa forma, em um período de intensas transformações e consolidação do modo de produção industrial, a teoria de Comte dá sustentação à ideia do progresso por meio do desenvolvimento tecnológico e do comando da sociedade por aqueles que estão à frente da tecnologia:

[...] Comte aceita integralmente o industrialismo. Os industriais aparecem logo abaixo dos sacerdotes-cientistas na hierarquia positivista. Todas as decisões cruciais serão tomadas por essas duas classes, apesar da autoridade final, de caráter absoluto e irrevogável, residir nos cientistas, os verdadeiros líderes da sociedade positivista (NISBET, 1985, p. 264).

Nesse sentido, Kawamura (1986) afirma que a posição dos engenheiros enquanto categoria social do processo produtivo capitalista é vinculada à sociedade pela tecnologia. No entanto, há diferentes concepções quanto ao seu significado. Em nossa pesquisa, concordamos com Lima Filho e Queluz (2005, p. 4) em que ciência e tecnologia são “[...] construções sociais complexas, forças intelectuais e materiais do processo de produção e reprodução social” e também com Noble (1979), quando diz que a tecnologia é um fenômeno humano, portanto um processo social. Além disso, também concordamos com Noble (1979) quando diz que, embora também possa ser descrita como um conjunto de conhecimentos científicos acumulados, habilidades técnicas, ferramentas, hábitos lógicos e produtos materiais, a tecnologia é sempre mais que informação, lógica e objetos, constituindo também as próprias pessoas e suas diversas atividades em contextos sociais e históricos específicos, com interesses e objetivos também específicos. Nessa perspectiva apresentada pelos três autores, ciência, tecnologia e sociedade são indissociáveis.

A ideia positivista de progresso, que investigamos nesta pesquisa, porém, é relacionada a uma perspectiva determinista da tecnologia, que

assume as mudanças que se dão nos modos de viver como inerentemente boas, necessárias e parte do que precisa ser feito para avançar na direção de uma sociedade supostamente melhor. Para Smith (1994), o determinismo tecnológico é a crença de que o progresso social é movido pela inovação tecnológica, a qual, por sua vez, segue um curso próprio inevitável. Além disso, também salienta que, com relação ao determinismo tecnológico, o problema não se localiza realmente na tecnologia em si, mas em um “curioso fetichismo cultural e político em que os artefatos representam a tecnologia e a tecnologia, por sua vez, significa progresso nacional” (SMITH, 1994, p. 39, tradução nossa).

Da mesma forma, essa ideia de progresso também está associada com uma perspectiva que considera a tecnologia apenas como artefatos e sistemas – ou “informação, lógica e objetos” conforme mencionado por Noble (1979) –, em uma perspectiva instrumental que difere daquelas apresentadas por Lima Filho e Queluz (2005) e Noble (1979). O “avanço” seria promovido, portanto, pelo progresso tecnológico dessa sociedade. Nessa perspectiva, a tecnologia pode ser vista como “o motor da história”, capaz de fazer avançar, progressivamente e de forma linear, o desenvolvimento das sociedades que, nesse raciocínio, só poderiam estar em um processo de crescente evolução. Dentro do campo da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que constitui nossa base teórica, essa perspectiva é criticada de forma contundente e a tecnologia é discutida de forma a envolver suas amplas significações e aspectos humanos e sociais (NOBLE, 1979; SMITH, 1994; LIMA FILHO; QUELUZ, 2005).

As concepções do que é progresso, tecnologia e “modernização”, inseridas neste contexto, estão carregadas de significações históricas que moldaram a posição do engenheiro enquanto categoria social a serviço do capitalismo. É importante salientar que, embora muitas das atividades técnicas realizadas pela Engenharia Civil moderna já existissem muito antes da Revolução Industrial, é com o surgimento de uma classe burguesa dominante que essas atividades tomam outra direção e proporção na composição da sociedade que se formou desde então.

A cidade como vitrine: o progresso nas transformações urbanas europeias no século XIX

Em 1851, na cidade de Londres, acontecia a chamada *The Great Exhibition of the Works of Industry of all Nations*. Como líder do desenvolvimento industrial que vinha acontecendo na Europa naquele período, a Inglaterra promove uma maneira de mostrar aos outros países suas novas produções em diversos campos da indústria. As exposições universais continuaram acontecendo com grande força e poder de influência em diferentes países ao longo de toda a segunda metade do século XIX, continuando durante o século XX. Segundo Pesavento (1997, p. 14, grifo nosso), as exposições funcionaram, especialmente nesse contexto de expansão inicial do sistema de fábrica,

como síntese e exteriorização da modernidade dos “novos tempos” e como vitrina de exibição dos inventos e mercadorias postos à disposição do mundo pelo sistema de fábrica. No papel dos arautos da ordem burguesa, tiveram o caráter pedagógico de “efeito-demonstração” das crenças e virtudes do progresso, da produtividade, da disciplina do trabalho, do tempo útil, das possibilidades redentoras da técnica, etc.

Como afirma Pesavento (1997), a modernidade que se impunha necessitava de símbolos, e estes se fizeram presentes nas novas formas arquitetônicas que, com suas estruturas diferentes do que se via na época, demonstravam as possibilidades da combinação entre ciência, técnica e indústria. Além disso, erguiam monumentos à racionalidade, ao moderno e ao progresso técnico, além de contribuir para o encantamento das exposições.

A *Great Exhibition* é lembrada especialmente por seu Palácio de Cristal, “o desenho mais translúcido da sociedade surgida nos bastidores da indústria moderna” (HARDMAN, 2005, p. 70). Tudo nele representou uma ideia de modernidade⁴ que tomaria conta das cidades europeias ao longo daquele século: a velocidade, a fugacidade, a construção e a destruição, a grandeza

⁴ O Palácio de Cristal (ou *Crystal Palace*) era uma edificação de proporções quilométricas, ampla o suficiente para conter a maior parte da exposição e alta o suficiente para manter em seu interior as árvores do Hyde Park, onde se localizava. Era construído em ferro e vidro, materiais que ainda não eram comumente utilizados em larga escala na época, formando uma grande edificação transparente que era a materialização da união dos potenciais da construção civil aos novos materiais desenvolvidos pela indústria nascente. Construído para ser uma edificação temporária, o Palácio se foi com a mesma velocidade que chegou: após o fim da exibição, foi completamente removido do Hyde Park e transferido para outra localização em Londres.

nas proporções e o arrebatamento constante. A Inglaterra, por sua vez, afirmava-se como o país que tornava isso possível, e ensinava ao mundo que a forma de o conseguir era por meio da indústria.

Dessa forma, o próprio ambiente em que as exposições aconteciam também estava em exibição e, assim como a de Londres em 1851, as exposições que se deram nos anos seguintes em outros países manteriam essa relação com o ambiente construído onde o evento aconteceria. As edificações⁵ eram, por si mesmas, uma demonstração do poder da engenharia e da arquitetura locais, construídas especialmente para os eventos. Segundo Hardman (2005), a arquitetura que se apresentava nas exposições era o ponto de partida para um processo de “sedução” que se dava nos palcos da exibição urbano industrial burguesa.

Nesse cenário, cada vez mais os engenheiros se consolidavam como a categoria que permitia a união perfeita entre os aspectos da tecnologia desenvolvida cientificamente em prol do desenvolvimento industrial, visando sempre alcançar o progresso tão desejado pela burguesia nascente. A ideia de progresso, segundo Marx e Smith (1994), está intimamente relacionada com a ideia de determinismo tecnológico e ambas se desenvolvem juntas enquanto imagem da realidade que dominou a cultura ocidental por pelo menos dois séculos e meio.

Grande parte da esperança extravagante gerada pelo projeto do Iluminismo derivava de uma confiança na expansão virtualmente ilimitada de novos conhecimentos sobre – e, portanto, de um maior poder sobre – a natureza. No fundo, este otimismo histórico baseava-se em uma nova confiança na capacidade da humanidade, como exemplificado sobretudo pela física newtoniana e pela nova força motriz mecanizada, de descobrir e pôr em prática a ordem essencial – as “leis” básicas – da Natureza. O resultado esperado era uma melhoria constante, contínua e cumulativa em todas as condições de vida. O que requer ênfase aqui, contudo, é que os avanços da ciência e das artes práticas foram apontados como o principal e peculiarmente eficaz agente do progresso (MARX, 1994, p. 239, tradução nossa).

⁵ Além do Palácio de Cristal, podemos citar também a Rotunda, em Viena, na exposição de 1873; e, em Paris, o Palácio da Indústria (1855), o Trocadéro (1878), a Torre Eiffel e a Galeria das Máquinas (1889), e o Palácio de Belas-Artes e a Grande Roue (1900). São todas construções que testemunhavam, “no espaço aberto de ruas e avenidas metropolitanas, o otimismo ilustrado e ciclópico de seus idealizadores” (HARDMAN, 2005, p. 70). Destas, apenas a Torre Eiffel e o Palácio de Belas-Artes permanecem até hoje.

No momento da primeira Exposição Universal de Londres, em 1851, ainda não estamos falando necessariamente de renomados engenheiros ou mesmo arquitetos. No entanto, com o decorrer daquele século, a tarefa de levar uma nação a um progresso idealizado passa a se concentrar cada vez mais na figura dos “grandes homens” responsáveis por inventar, construir e destruir, em um ciclo constante de busca pelo que era considerado e projetado como moderno. Falamos de “grandes homens” porque, naquele período, nem sempre esse papel era exercido diretamente por engenheiros:⁶ a profissão institucionalizada da engenharia ainda era um projeto em andamento, mesmo na Europa.⁷ Aqueles que atuavam na busca pelo progresso ainda não eram necessariamente engenheiros formados em instituições de ensino superior.⁸ No entanto, com o desenvolvimento e crescimento dos cursos de engenharia na segunda metade do século XIX, especialmente a Engenharia Civil, o exercer da profissão se torna limitado àqueles que possuem um diploma universitário e seu papel social na sociedade moderna se consolida cada vez mais. Aquela era, como afirma Hardman (2005, p. 141), a “época heroica dos engenheiros”.

Das fábricas às estações ferroviárias, até os novos mercados, galerias e espaços destinados às exposições internacionais, as edificações refletiam os ideais de progresso e, no reflexo de seus materiais, mostravam a cidade da segunda metade do século XIX em transformação. As cidades-sede transformavam-se na própria vitrine do potencial industrial e da inventividade de cada país. As construções nela localizadas exerceram uma importância considerável no ideal de modernidade, para além dos limites das Exposições. O ferro e o vidro se espalharam pelas cidades europeias nos diversos novos

⁶ Além disso, considerando que a profissão ainda era acessada oficialmente por um número reduzido de pessoas e, ao mesmo tempo, carregava uma importância social que crescia de forma exponencial, a figura do engenheiro era, certamente, a do homem.

⁷⁷ Segundo Telles (1984), no início do século XIX, praticamente apenas a França dispunha de escolas que concediam formalmente o diploma de engenheiro. As primeiras escolas em países de língua alemã viriam após 1815 e a Inglaterra, apesar de sua liderança na Revolução Industrial, só viria a ter escolas de engenharia mais tarde.

⁸⁸ No caso dos Estados Unidos, por exemplo, de acordo com Noble (1979), existia um conflito durante o século XIX entre os profissionais que se fizeram na engenharia por meio da prática e se autointitulavam engenheiros e os profissionais que vinham das novas escolas de engenharia e recebiam o título de engenheiro, sem necessariamente possuir experiência de atuação na área. Esse era um momento de transição no processo de formação na profissão de engenharia, em que ambos os tipos de profissionais coexistiam nos espaços de trabalho. Com a institucionalização crescente da profissão, no decorrer do século XIX e século XX, apenas aqueles com diploma do ensino de engenharia poderiam se intitular e atuar como engenheiros.

santuários da modernidade que surgiram nesse período. Como afirma Hardman (2005), os projetistas e construtores responsáveis por estes novos santuários souberam como dar forma, nome e lugar aos novos contornos que a modernidade possuía na experiência urbana. Além das novas edificações, esses ideais ainda se projetaram na própria estrutura e organização da cidade com as reformas urbanas, como a de Paris na segunda metade do século XIX, que destruiu parte significativa da cidade para a construção de um ideal que se tornaria modelo de cidade moderna para diversos países, incluindo o Brasil.

Não obstante, a verdade é que, como Marx o vê, tudo o que a sociedade burguesa constrói é construído para ser posto abaixo. “Tudo o que é sólido” – das roupas sobre nossos corpos aos teares e fábricas que as tecem, aos homens e mulheres que operam as máquinas, às casas e aos bairros onde vivem os trabalhadores, às firmas e corporações que os exploram, às vilas e cidades, regiões inteiras e até mesmo as nações que as envolvem – tudo isso é feito para ser desfeito amanhã, despedaçado ou esfarrapado, pulverizado ou dissolvido, a fim de que possa ser reciclado ou substituído na semana seguinte e *todo o processo possa seguir adiante, sempre adiante, talvez para sempre, sob formas cada vez mais lucrativas* (BERMAN, 1986, p. 97, grifo nosso).

O progresso tomava uma forma palpável, inserida no cotidiano dos europeus que viviam nas cidades, algo que “corria diante dos seus olhos” (PESAVENTO, 1997, p. 15). O ideal de cidade “modernizada” estava em consonância com uma ideia de modernidade que, em conjunto com o sistema de fábrica, presidiu “a expansão do capitalismo e a constituição de um imaginário burguês” (PESAVENTO, 1997, p. 14). Nesse sentido, enquanto experiência histórica ao mesmo tempo individual e social, a modernidade

se caracterizaria tanto pela postura dialética de celebração/combate ante as transformações materiais e mentais de um mundo que se converte rapidamente à imagem e semelhança da burguesia quanto pela crescente afirmação das potencialidades da razão no controle da natureza (PESAVENTO, 1997, p. 14).

Além disso, mais do que proporcionar o entretenimento e um evento social para a população em geral que as visita, as Exposições Universais operavam como uma grande reunião de capitalistas, industriais, engenheiros, inventores, intelectuais e políticos do mundo todo que vinham até ali para se atualizar sobre as principais invenções de sua época, bem como se maravilhar com as possibilidades que estas novas tecnologias poderiam lhes trazer. Não seria diferente com o Brasil. Segundo Turazzi (1989, p. 103), “os industriais

brasileiros, juntamente com os capitalistas de todo o mundo, considerariam o melhor veículo para a troca de experiências e a familiarização com as novas conquistas da ciência, a participação ou a promoção de grandes exposições nacionais e internacionais”. As exposições também eram um espaço de circulação de ideias e essas ideias chegariam até aqueles que construíam a engenharia brasileira.

O Brasil quer ser moderno: os engenheiros civis e a construção do ideal de progresso brasileiro

As ideias e demonstrações que circulavam nos eventos internacionais foram tomadas como referência e exemplo para o desenvolvimento que se buscava realizar no Brasil. O país buscava se apresentar internacionalmente como “moderno” e uma das formas de fazê-lo era seguir a esteira das transformações que se davam nas cidades europeias.

Para construir todas essas estruturas necessárias à imagem de país moderno, a figura do engenheiro era requerida, em especial do engenheiro civil. Foi a partir das estradas de ferro que o campo da Engenharia Civil se expandiu no Brasil e a atuação dos engenheiros civis seguiu para o contexto urbano e da construção civil, conforme as demandas por infraestrutura pela indústria que ainda se desenvolvia aos poucos no país. Segundo Kawamura (1979), foi somente no último quarto do século XIX que a atuação dos engenheiros passou a ser significativa na infraestrutura social, ligada principalmente à produção básica agroexportadora centrada na produção do café. Esse era um período em que, de acordo com Turazzi (1989, p. 17), existia um contexto “marcado pela euforia com o progresso e a modernização, ao mesmo tempo que uma nova ordem social estava sendo construída”. Segundo Hardman (2005, p. 101):

Todo um setor expressivo das elites brasileiras, a começar do imperador, estava propenso a ver o mundo dessa nova maneira, a converter cada elemento da paisagem em matéria-prima, a se deixar seduzir pela atmosfera de “chuva, vapor, velocidade”, enxergando, afinal, assim também, seu próprio país. Ao adentrar o universo do espetáculo da máquina, o Império sul-americano não apenas reclamava assunto no “concerto econômico dos grandes Estados” (leia-se: divisão internacional do trabalho). Fazia parte, ao mesmo tempo, do movimento genérico da modernidade; sua entrada aí não era contingente. Tinha muito que mostrar; tinha tudo para se exhibir e ser admirada como nação contemporânea.

De acordo com Pesavento (1997, p. 16), a modernidade e a tecnologia configuraram uma obsessão para parte das elites ilustradas da América Latina, pela qual “construíram-se, por assim dizer, uma meta e um sonho latino-americanos: ser moderno, participar da rota do progresso, tornar-se uma grande nação, desfazer a imagem do exotismo tropical do atraso e da inércia”. Hardman (2005), ao citar o depoimento de Santa-Anna Nery, alto representante do Império do Brasil na Exposição Universal de Paris de 1889, explicita a visão de progresso que se assentava no país naquele período⁹. Segundo a concepção de Nery, progresso é “sinônimo de ser *conhecido*, de ser aceito no rol dos países civilizados” (HARDMAN, 2005, p. 105). Mesmo após a queda da monarquia, o Brasil República manteria o objetivo de se colocar junto às nações centrais por meio do desenvolvimento industrial, e teria nos Estados Unidos seu maior exemplo de como fazê-lo. Conforme aponta Pesavento (1997, p. 132,), há uma renovada crença na eficácia da ciência, da tecnologia e da indústria como necessárias para o engrandecimento do país.

No entanto, defender a ideia do progresso não significava somente uma posição ideológica, mas um “projeto de transformação da vida social do país pela via da industrialização” (TURAZZI, 1989, p. 80). Compreendia-se a ideia de progresso como relacionada ao desenvolvimento da humanidade, que se dava pela dominação da natureza, e que o trabalho industrial era o responsável por criá-lo. Nesse raciocínio, o progresso passaria a significar o caminho para uma melhor qualidade de vida, ou um bem-estar social, que viria por conta da produção e consumo de bens materiais. Defender a indústria nacional significava defender também esse progresso, assim como modos de vida almejados por essas elites, que tinham como base as sociedades europeias e estadunidense (TURAZZI, 1989).

Os engenheiros, em conjunto com outras categorias de proeminência na sociedade brasileira, estavam entre os indivíduos mais fortemente contagiados pelas categorias de progresso, civilização, trabalho e ordem, e

⁹ O Brasil também promoveria suas próprias exposições nacionais. A primeira delas ocorre em 1861 no Rio de Janeiro, com vistas a selecionar quais produtos representariam a nação na exposição de Londres em 1862 (PESAVENTO, 1997). Após esta primeira exposição, ocorreriam novamente no Rio de Janeiro nos anos de 1866, 1873, 1875, 1881, 1888, 1895, 1908 e 1922 (TURAZZI, 1989).

estas iriam se refletir em suas ações (TURAZZI, 1989). No entanto, é importante salientar também que, nesse período, essas duas categorias se interseccionavam fortemente. Kawamura (1979) aponta como os estudantes das novas escolas de engenharia brasileiras eram de origem privilegiada e provenientes das classes abastadas, o que contribuiu para levar a prática da engenharia a se tornar uma atividade exclusiva de um grupo delimitado, que recebeu uma educação em engenharia que visava a orientação “no sentido de inculcar no estudante a formação técnico-científica e a ideologia capitalista a esta subjacente” (KAWAMURA, 1979, p. 26). Os novos engenheiros graduados no Brasil estavam, portanto, diretamente alinhados com os valores e ideias valorizadas pelas elites justamente por fazerem parte dela. Turazzi (1989) afirma que, embora a indústria não fosse o principal mercado de trabalho para os engenheiros na virada do século XIX para o século XX, é inegável a relação desses profissionais com os setores da economia em expansão.

No entanto, para além da origem privilegiada dos estudantes, a própria posição social adquirida por aqueles que se graduavam em engenharia afirmava um papel dentro da estrutura capitalista e os diferenciava de outros profissionais que também atuavam na mesma indústria. Decca (1982) afirma que é a partir da concentração do saber que se efetiva a dominação social no sistema de fábrica, o que podemos expandir também para o processo de trabalho que envolvia a construção civil, a qual representava uma indústria emergente no contexto brasileiro. É nessa concentração do conhecimento que emerge a importância de uma figura intermediária entre patrão e empregado, que conheça, ao mesmo tempo, o saber técnico da produção e os valores que regem a acumulação de capital, de forma a perpetuá-los.

O diploma universitário exerceu importante papel na demarcação de quem eram aqueles que podiam exercer determinados cargos. Kawamura (1979) aponta que, desde o Segundo Império, o diploma universitário passou não apenas a certificar autoridade profissional àquele que o portava, mas também a “reforçar a condição de componente de um novo grupo social dominante” (KAWAMURA, 1979, p. 67). Embora os engenheiros ainda não ocupassem a mesma posição de prestígio e influência política e social que os médicos e advogados possuíam naquele momento,

o engenheiro representou, naquele período, a autoridade profissional nas áreas em que se processava a “modernização técnica” no país; e esta constituía um novo fundamento de acesso ao poder. Essa autoridade profissional era obtida nas poucas escolas, alcançadas através de um processo de seleção, que reservava as melhores oportunidades educacionais aos membros das classes dominantes (KAWAMURA, 1979, p. 68).

Foi pelo controle do processo educacional e licenciamento que os engenheiros foram aos poucos ganhando monopólio da prática da tecnologia científica (NOBLE, 1979). A exclusividade do conhecimento, ou seja, os saberes técnicos, precisava estar na mão de poucos e, esses poucos, precisavam estar alinhados com as necessidades do capitalista.

Para além do diploma universitário, o compartilhamento de ideias também unia a classe dos engenheiros e os interesses da elite. Turazzi (1989) aponta um “cientificismo” que tomou conta do país durante o final do século XIX e início do século XX, que se pautava em ideias do positivismo, economia política clássica, evolucionismo e darwinismo social. Não apenas no país, mas em toda a América Latina do final do século XIX e início do século XX, uma perspectiva de modernização conservadora dominou o pensamento político esclarecido (HARDMAN, 2005). A própria organização do trabalho industrial teve forte influência das ideias positivistas, com uma posição autoritária e paternalista com relação às questões sociais da população (TURAZZI, 1989). Essa organização estava, segundo Turazzi (1989, p. 56): “assentada na luta incessante pelo ‘progresso’ – entendido como a própria civilização industrial – e na defesa intransigente da ‘ordem’ – condição para esse progresso [...]”.

A ideia de progresso, nesse sentido, está atrelada a uma noção de tecnologia e desenvolvimento da sociedade por meio dela, em uma perspectiva determinista. A defesa do desenvolvimento social pelo progresso não considerava apenas as possibilidades de melhorias que a utilização dessas novas tecnologias poderia trazer para a vida em sociedade, mas constituía um desenvolvimento social em si mesma, autojustificada.

Dentro desse contexto, o ideal da cidade “moderna” transportado do continente europeu, e o deslumbramento com as potencialidades da razão no controle da natureza, mencionadas por Pesavento (1997), traziam a figura do engenheiro civil para o centro das transformações justificadas pelo progresso.

Além da construção das estradas de ferro, outra das manifestações desses ideais de progresso e modernização no país que se conecta diretamente com a atuação técnica e política desses profissionais foi a reforma urbana da cidade do Rio de Janeiro no início do século XX, conduzida por diversos engenheiros de renome, entre eles, o prefeito da cidade, Francisco Pereira Passos. As mudanças realizadas na cidade eram pautadas em uma ideia de remover aquilo que “impedia o Rio de Janeiro de transformar-se numa metrópole avançada, digna de condição de capital da República, ou, em poucas palavras, num símbolo da prosperidade do país para as demais nações do globo” (TURAZZI, 1989, p. 47). Segundo Turazzi (1989, p. 47), esse foi o cenário que melhor evidenciou “a força e a extensão que tiveram os ideais de ‘ordem’ e de ‘progresso’ na consolidação do regime republicano e na configuração de novas relações sociais no país”. A modernidade chegava no país mantendo os princípios de construção do novo e destruição do que existia antes, seja no contexto político ou material, das novas cidades “modernizadas”.

O processo de modernização da cidade do Rio de Janeiro representava a ascensão e o estabelecimento da indústria em uma cidade que concentrava o maior centro industrial do país até os anos 1920.¹⁰ Além disso, a cidade concentrava o capital, os serviços, o mercado de trabalho e de consumo necessários à atividade industrial (TURAZZI, 1989). Esse novo imaginário era “inscrito na ideia de utopia técnica em que a paisagem, revirada em obra pública, sinaliza para um futuro calcado na esperança do progresso (HARDMAN, 2005, p. 223). A nova cidade “moderna” contava também com uma série de outras edificações e infraestruturas urbanas que não apenas marcavam sua presença nas novas, amplas e higienizadas ruas, mas que conduziam um estilo de vida urbana voltado para a velocidade do transporte e do consumo.

¹⁰ Embora inicialmente com a intenção de escolher e preparar quais seriam os exibidores representantes do Brasil nas exposições universais no exterior, as últimas duas exposições, de 1908 e 1922, tinham uma intenção mais clara de projetar o país internacionalmente em solo nacional, de maneira que a indústria brasileira buscava afirmar-se enquanto realidade econômica (Turazzi, 1989). Com a reforma urbana da cidade do Rio de Janeiro acontecendo também neste início de século XX, ampliava-se a exibição da modernidade para além do evento em si, repetindo a fórmula utilizada pelos países europeus para mostrar sua produção industrial às pessoas de interesse e à população em geral. As exposições eram, também, mais um artifício possível de convencimento das ideias de progresso que as elites industriais buscavam implementar.

As transformações do século XX: a indústria, a modernização e a educação

Ao longo do século XX, a organização econômica, política e ideológica, brasileira e mundial, atravessou significativas mudanças que também impactaram a formação e a atuação profissional de engenheiros (SANTOS; SILVA, 2008).

A partir da década de 1930, a prática profissional dos engenheiros passou a se voltar claramente para contribuir na produção capitalista urbano-industrial (KAWAMURA, 1979). Nesse momento, as possibilidades de atuação profissional dos engenheiros passam a se modificar e ampliar, decorrentes principalmente da “expansão das obras públicas, dos serviços urbanos, da construção civil e, no final do período, da instalação da grande indústria siderúrgica” (KAWAMURA, 1979, p. 29). Da mesma forma, a expansão das obras públicas também favoreceu o surgimento de empresas construtoras e construções de maior porte, como túneis, pontes e edifícios altos, que também passaram a demandar o trabalho de engenheiros.

No entanto, a autonomia do engenheiro brasileiro era limitada, mesmo no caso do profissional liberal e do empresário, por conta da subordinação tecnológica que existia na utilização de materiais e equipamentos importados. Nesse período em que a indústria brasileira tentava se estabelecer, a relação com os processos industriais realizados nos países centrais era estreita, visto que, para fazer crescer a indústria no país, importavam-se as máquinas e os conhecimentos estrangeiros. Em um processo de “tradução” da tecnologia aplicada no exterior para o contexto brasileiro, a figura dos engenheiros era essencial para o progresso e a modernização que se buscava alcançar no país pela via industrial, sendo considerado progresso aquilo que vinha dos países centrais. Segundo Turazzi (1989), isso fazia com que os engenheiros precisassem obrigatoriamente estar em um constante processo de atualização para se manterem capacitados de exercer sua profissão. Para isso, tanto engenheiros quanto industriais “agilizaram diversas formas de atualização e intercâmbio que acabaram viabilizando a assimilação pelo Brasil de progressos tecnológicos realizados em outros países” (TURAZZI, 1989, p. 100).

A concepção de que era considerado progresso aquilo que vinha dos países centrais também se aplicava à organização educacional. Visando modernizar o ensino superior brasileiro, foi realizada a Reforma Universitária estabelecida pela Lei 5.540 de novembro de 1968. O conceito de modernização que dá sustentação a essas modificações está pautado na ideia de que o capitalismo avançado deveria ser a meta de todos os países e que o caminho para se chegar lá seria aquele já seguido pelos países centrais (CUNHA, 1988). Uma concepção que ecoa aquelas já observadas na relação entre os países durante o século XIX, em que o processo de industrialização e de modernização das cidades europeias era considerado como exemplo a ser seguido pelo Brasil.

De acordo com Cunha (1988, p. 11), o processo de reforma que aconteceu no período entre 1964 e 1968, “definido no contexto do reforço da subordinação política e econômica do país, foi o responsável pela edificação da universidade no Brasil, conforme o modelo mais avançado do mundo capitalista – o norte-americano”. A modernização do ensino superior com base no modelo estadunidense se dava principalmente no aspecto organizacional, considerando a avaliação da universidade em termos da produtividade e da organização racional do trabalho, conceitos da doutrina taylorista. Além disso, há uma subordinação da universidade à empresa capitalista (CUNHA, 1988).

Ainda que a reforma tenha sido aprovada durante o governo militar, Cunha (1988) afirma que a apresentação do modelo estadunidense como referência para um processo de modernização do ensino brasileiro teria começado muito antes do golpe de 1964. Foi um processo, portanto, que não se deu sem conflitos, contradições e ambiguidades, em que a universidade já estava posicionada como alvo de críticas e em uma situação de crise do seu papel na sociedade, especialmente com relação à quantidade de vagas disponíveis e à importância dos diplomas.

Para uns, a modernização da universidade era vista como condição do desenvolvimento autônomo do país, pela esperada capacidade de rompimento da dependência tecnológica. Para outros, essa mesma modernização era definida como requisito do desenvolvimento associado ao bloco político-econômico hegemônico pelos EUA (CUNHA, 1988, p. 38).

Para além da lei da reforma, segundo Cunha (1988), a transformação das instituições tradicionais em modernas fazia parte do panorama dos técnicos do novo regime. O Programa de Ação Econômica do Governo 1964/1966, apresentado em maio de 1965, passou a definir oficialmente a educação como “capital humano”, possuía uma orientação economicista marcante e apontava a necessidade de um critério econômico regionalizado que considerasse a demanda dos três setores da produção no que diz respeito à expansão da formação. Além disso, estipulava o entrosamento das instituições de ensino superior com os estabelecimentos produtivos, de forma a adequar o aprendizado às necessidades do meio.

A orientação do ensino superior para os processos produtivos explicitada por Cunha (1988) também modificou o ensino de engenharia. Santos e Silva (2008) apontam que as escolas de engenharia passaram a se voltar para a produção industrial, em detrimento da formação generalista e de cunho enciclopédico que acontecia anteriormente. Essa formação seguia uma vertente pragmática e de resolução de problemas, que estava em consonância com os valores da organização racional do trabalho do sistema fordista-taylorista. Com essas modificações, aumenta também a especialização dos engenheiros e uma maior diferenciação entre cursos e atuação em variadas modalidades de engenharia.

A formação se estabelece, então, para uma concepção de tecnologia instrumental, atrelada diretamente às mudanças observadas no desenvolvimento industrial e econômico e mantendo a perspectiva determinista de que quanto mais a tecnologia avançar, melhor seria a qualidade de vida da sociedade. A ideia de progresso assume, dessa maneira, um formato diretamente atrelado à produção industrial de larga escala, com uma valorização do consumo e da organização social atrelada ao trabalho industrial.

A partir do final da Segunda Guerra Mundial, os engenheiros exerceram importante papel nas funções gerenciais nas indústrias em implantação no país, em um contexto em que “a formação e qualificação altamente técnicas e pragmáticas do engenheiro, no processo produtivo, revelavam uma prática ideológica para manter as relações hierárquicas do

trabalho capitalista, para a reprodução da acumulação do capital” (LAUDARES; RIBEIRO, 2000, p. 494). O crescimento industrial que se deu nas décadas seguintes no Brasil estava principalmente atrelado aos programas desenvolvimentistas e influenciou na criação de novos cursos de engenharia, além de novas especialidades, de forma a atender o setor industrial em expansão (SANTOS; SILVA, 2008).

De acordo com dados levantados por Oliveira e Almeida (2010), até o fim dos anos 1940, havia 16 escolas de engenharia no país, que ofereciam ao todo cerca de 70 cursos variados de engenharia. Além disso, estas instituições se concentravam, em sua maioria, na região sudeste. Somente na década de 1950 foram criadas 12 novas escolas, expandindo a formação para as capitais de outros estados e no interior. Na década de 1960, 36 escolas foram criadas e no final dos anos 1970, havia 117 escolas de engenharia em funcionamento no país. O crescimento foi menor durante a década de 1980,¹¹ mas teve um aumento significativo a partir dos anos 1990, o que fez com que o número de novas escolas de engenharia quadruplicasse em menos de 30 anos.

A partir dos anos 1980 e 1990, uma nova ordem mundial se configura, com a globalização e internacionalização do capital, com características de terceirização das atividades e novas relações de trabalho pautadas na flexibilidade (LAUDARES; RIBEIRO, 2000). O trabalho realizado pelos engenheiros das últimas décadas exige características diferentes daquelas do período anterior, taylorista-fordista. Segundo Santos e Silva (2008, p. 29), “demanda-se um profissional que se adeque às características globalizadas da gestão e da tecnologia, com uma formação de caráter generalista, porém que possua igualmente conhecimentos específicos relativos ao trabalho que desenvolve”.

No entanto, conforme afirma Oliveira (2010), a organização dos cursos de engenharia não sofreu grandes alterações ao longo dos séculos, tendo como base a tentativa de unir a teoria e a prática. Os cursos costumam se dividir entre o módulo básico, básico de Engenharia e profissionalizante, modelo que

¹¹ Oliveira (2010) atribui o menor crescimento no número de escolas de engenharia às altas taxas de inflação, crise fiscal e crescimento da dívida pública que foram registrados no país nessa década, também chamada de “década perdida”.

prevalecia nas escolas de engenharia francesas do século XVIII. O autor afirma que mudanças tem ocorrido nos cursos, no entanto não chegam a alterar essa concepção original.

A herança chega ao século XXI: os ideais de progresso no ensino de engenharia atual

O ensino universitário dos cursos de engenharia passou por diversas modificações desde o seu início, no final do século XIX. Conforme apontam as atuais DCNs de Engenharia, é exigida dos engenheiros uma atuação ética, que respeite a legislação e que exerça a responsabilidade profissional quanto aos aspectos sociais e ambientais.

VII - conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão: a) ser capaz de compreender a legislação, a ética e a responsabilidade profissional e avaliar os impactos das atividades de Engenharia na sociedade e no meio ambiente. b) atuar sempre respeitando a legislação, e com ética em todas as atividades, zelando para que isto ocorra também no contexto em que estiver atuando (BRASIL, 2019, p. 3).

Por outro lado, ao analisarmos o texto que compõe as DCNs, é possível identificar elementos que ainda se conectam com a mentalidade de progresso tecnológico apresentada nas seções anteriores deste artigo, assim como a relação de estreita proximidade entre a engenharia e o setor industrial e empresarial.

No século XXI, as estruturas erguidas continuam, como apontou Pesavento (1997) cumprindo um papel de unir a ciência, a técnica e a indústria em prol de uma racionalidade, do que é mais “moderno” e do progresso técnico. E os engenheiros e engenheiras continuam sendo aqueles responsáveis por trazer este progresso, em uma ideia de engenharia que evolui constantemente de forma linear e que necessita estar sempre atualizada do que existe de mais novo.

§ 10 Recomenda-se a promoção frequente de fóruns com a participação de profissionais, empresas e outras organizações públicas e privadas, a fim de que contribuam nos debates sobre as demandas sociais, humanas e tecnológicas *para acompanhar a evolução constante da Engenharia*, para melhor definição e atualização do perfil do egresso (BRASIL, 2019, p. 4, grifo nosso).

VIII - aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, *atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da*

tecnologia e aos desafios da inovação: a) ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias. b) aprender a aprender (BRASIL, 2019, p. 3, grifo nosso).

Ainda que a palavra “progresso” não seja utilizada com a mesma frequência e poder de influência que no século XIX, uma ideia similar se manifesta em outra palavra que faz parte do vocabulário da engenharia atualmente: a inovação. Assim como a ideia de progresso que investigamos na bibliografia desta pesquisa, a inovação também se relaciona com um processo de criação de novas tecnologias que promovem mudanças e estas são, por sua vez, inerentemente boas e necessárias para uma sociedade “melhor”. A inovação, portanto, mantém o vínculo com o determinismo tecnológico já observado na ideia de progresso. Ou conforme apontou Smith (1994), o determinismo tecnológico é a crença de que uma sociedade melhor será movida pela inovação tecnológica, que segue um curso inevitável.

A inovação tecnológica também possui uma relação direta com as demandas empresariais, posto que mais inovação é visto como mais possibilidades econômicas. Conforme aponta um artigo do *website* do Portal da Indústria:

Isso [associação da inovação com o desenvolvimento científico e tecnológico] ocorre porque ciência e tecnologia são elementos que frequentemente acompanham a inovação. A ciência, por meio da pesquisa, básica ou aplicada, contribui com novos conhecimentos e metodologias que podem ser aplicados pelas empresas. A tecnologia, essa mais próxima da atividade produtiva, oferece as ferramentas e soluções para o setor produtivo, seja na criação de produtos ou serviços. Em tempos de transformação digital, em que as tecnologias digitais são aplicadas em quase todas as esferas de nossas vidas, a tecnologia e a inovação se retroalimentam. Nesse processo, *novas tecnologias são criadas, frutos da inovação tecnológica, para levar mais produtividade, mais valor e mais benefícios aos clientes* (O que é inovação?, [s.d.])

A inovação, portanto, não apenas reforça uma perspectiva determinista e instrumental da tecnologia, como a posiciona em função da lógica capitalista. As diretrizes curriculares de engenharia também reforçam essa relação, associando novas tecnologias à inovação e ao empreendedorismo, ou seja, uma atuação empresarial. Conforme aponta o perfil do egresso, o engenheiro deve estar apto a “pesquisar, desenvolver,

adaptar e utilizar novas tecnologias, com *atuação inovadora e empreendedora*” (BRASIL, 2019, p. 1).

Conforme observamos em nosso levantamento histórico, o progresso e a tecnologia são vistos como elementos capazes de proporcionar a “solução dos problemas da sociedade” e os engenheiros como aqueles aptos a fazê-lo. Mesmo que essa ideia permaneça com a concepção de inovação, a sociedade não aparece como o principal receptor dessas “soluções” criadas pelos engenheiros. Conforme também apresenta o perfil do egresso, eles devem ser capazes de “reconhecer as necessidades dos *usuários*, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia” (BRASIL, 2019, p. 1, grifo nosso). As necessidades que devem ser atendidas pelo trabalho dos engenheiros estão associadas aos “usuários”, no entanto, o documento não especifica quem são esses usuários. Eles também aparecem na indicação de que o curso deve fornecer aos estudantes a competência geral de “formular e conceber *soluções desejáveis* de engenharia, analisando e compreendendo os *usuários* dessas soluções e seu contexto” (BRASIL, 2019, p. 2, grifos nossos).

Questionamos o que seria uma solução desejável, a quem ela é desejável e quem decide o que é desejável ou não. A relação com o que é “desejável” aparece novamente nas competências, indicando que os engenheiros devem ser capazes de “conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas” (BRASIL, 2019, p. 2). Há uma consideração dos elementos técnicos e econômicos, mas não se observa a mesma ênfase neste tópico nos aspectos sociais e ambientais.

Compreendemos que o texto das diretrizes deixa em aberto quem são esses usuários que desejam soluções, mas, considerando o trecho citado sobre inovação no Portal da Indústria, é possível inferir que as diretrizes não excluem outras possibilidades, embora se refiram majoritariamente à relação mercadológica, com o trabalho dos engenheiros associado às demandas de seus clientes. Essa perspectiva é reforçada quando as diretrizes mencionam as áreas de atuação possíveis para engenheiros, que envolvem a atuação em projeto de produtos, bens e serviços; empreendimentos; e na formação de futuros engenheiros que novamente reiniciam o ciclo (BRASIL, 2019). O

documento, portanto, determina e limita a atuação da engenharia ao mercado empresarial, sendo a única outra possibilidade o ensino de novos profissionais.

Nesse mesmo sentido, observa-se também a ênfase no aprendizado “prático”, na realização de estágios e no fortalecimento da relação empresa-escola. A importância dada às empresas no documento que guia a educação em engenharia no país mostra o quanto essa relação permanece estreita, assim como era no século XIX. Atualmente há uma oferta muito mais ampla de cursos e instituições no país, com diferentes formas de acesso e políticas de permanência na universidade,¹² o que indica que os estudantes não necessariamente fazem parte das elites do país de forma restrita como antes. Ainda assim, o vínculo com as demandas empresariais é institucionalizado e reforçado, introduzindo os estudantes a uma engenharia estritamente voltada para o sistema de produção, onde acontecem as “práticas reais” da engenharia.

Art. 11. A formação do engenheiro inclui, como etapa integrante da graduação, *as práticas reais*, entre as quais o estágio curricular obrigatório sob supervisão direta do curso (BRASIL, 2019, p. 5, grifo nosso).

§ 2º Deve-se estimular as atividades que articulem simultaneamente a teoria, a prática e o contexto de aplicação, necessárias para o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso, incluindo as ações de extensão e a integração empresa-escola (BRASIL, 2019, p. 3).

§ 9º É recomendável que as atividades sejam organizadas de modo que aproxime os estudantes do ambiente profissional, criando formas de interação entre a instituição e o campo de atuação dos egressos (BRASIL, 2019, p. 4).

Uma educação que se volta para atender as necessidades das empresas e indústrias dificilmente será crítica a ela mesma e torna mais

¹² Há, nas DCNs diretrizes para prever um sistema de acolhimento de novos estudantes, de modo diminuir os índices de retenção e de evasão: “Art. 7º Com base no perfil dos seus ingressantes, o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) deve prever os sistemas de acolhimento e nivelamento, visando à diminuição da retenção e da evasão, ao considerar: I - as necessidades de conhecimentos básicos que são pré-requisitos para o ingresso nas atividades do curso de graduação em Engenharia; II - a preparação pedagógica e psicopedagógica para o acompanhamento das atividades do curso de graduação em Engenharia; e III - a orientação para o ingressante, visando melhorar as suas condições de permanência no ambiente da educação superior” (Brasil, 2019, p. 4). Essas diretrizes são um ponto positivo das DCNs atuais, algo que não era uma preocupação no início da engenharia no Brasil, conforme apontou Kawamura (1979).

distante o processo de pensar uma outra forma de realizar o exercício profissional. Da mesma forma, também cristaliza uma perspectiva de tecnologia que se apresenta como problemática e que permanece reforçando os ideais de um progresso linear que, como já visto, está no cerne de diversos desastres ambientais e sociais ao longo de todo o século XX e XXI.

Considerações finais

Como pensar uma nova concepção de engenharia que esteja apta a lidar com as questões mais urgentes do momento em que vivemos? Olhar para o passado e para as ideias que pavimentaram o caminho que nos trouxe até os problemas de hoje é certamente uma das possibilidades de compreender de onde viemos e o que precisamos transformar para seguir em outra direção no futuro.

Em nossa análise bibliográfica histórica, identificamos uma crença no progresso pautada no desenvolvimento de tecnologia que passa a dominar a elite europeia, atrelada principalmente ao desenvolvimento industrial daqueles países e que era reforçada na execução das diversas Exposições Universais, especialmente aquelas realizadas no século XIX. O Brasil teve participação nas exposições e a ideia de progresso se estabeleceu fortemente nas elites brasileiras, grupo que incluía os novos engenheiros formados nas recém-criadas instituições civis. Os engenheiros civis brasileiros ou estrangeiros foram os grandes responsáveis por colocar em prática a modificação da estrutura das cidades para torná-las mais próximas do ideal de cidade “modernizada”, propagado pelas cidades europeias.

Ao longo do século XX, é possível observar um estreitamento ainda maior da formação oferecida nas escolas de engenharia e as demandas da indústria que se desenvolvia com maior velocidade no país. A formação deixa de ter um cunho generalista para seguir uma vertente mais pragmática e de resolução de problemas, posicionando os engenheiros em cargos gerenciais que mantêm a relação intermediária da categoria entre a maioria dos trabalhadores e os proprietários. Com a maior especialização do trabalho dos engenheiros, mantém-se também uma perspectiva instrumental e determinista da tecnologia, com a ideia de progresso assumindo a forma do

desenvolvimento tecnológico constante que convém à acumulação de capital e faz com que a formação em engenharia esteja sempre se modificando conforme mudam as demandas empresariais nas diferentes etapas do capitalismo.

O futuro da engenharia brasileira hoje está nas salas de aula das universidades de todo o país. Por isso, é de fundamental importância compreender de que maneira a documentação nacional que estabelece as diretrizes para essa educação perpetua ou se diferencia daquilo que observamos em nossa análise histórica. E a engenharia de hoje mantém vínculos com ideais de progresso por meio da tecnologia encontrados no passado.

As DCNs indicam a necessidade de pensar uma nova engenharia e um novo tipo de profissional que a exerce. No entanto, questionamos o quanto a herança de uma ideia de progresso tecnológico, pautada em bases deterministas e atrelada fortemente ao capitalismo, possibilita um ensino crítico que ajudará esses futuros profissionais a proporem outros tipos de soluções, que atentem verdadeiramente à sociedade e não estejam vinculadas a uma relação de lucro.

Observamos essas heranças se manifestando principalmente na ideia de “inovação” e no direcionamento de uma presença significativa da empresa no processo educativo da engenharia. Esses elementos nos indicam que a relação entre a tecnologia e o poder das elites, que observamos no século XIX, permanece hoje no âmbito da engenharia, dando continuidade ao processo de construção e destruição com vistas a formas cada vez mais lucrativas, conforme apontado por Berman (1986).

É urgente a necessidade de uma engenharia que seja crítica de si mesma. Observamos, ao longo da história do século XX, a corrida pelo progresso se tornar cada vez mais monumental, transformando completamente os modos de vida não apenas nas grandes cidades. Diversos problemas são derivados desse ideal de progresso, incluindo grandes desastres e crimes ambientais, com impactos sociais devastadores. Porém, para alcançar essa criticidade é necessária uma concepção de ensino de engenharia que considere outras possibilidades de atuação desses

profissionais, de forma a realmente atender as necessidades da população, que desenvolva durante os cursos a possibilidade de contato com outras formas de pensar a tecnologia e que se volte para o passado, já que compreender a própria história é fundamental para não repetir os mesmos erros. Os estudos CTS são uma possibilidade de trazer essas reflexões para dentro dos cursos de engenharia, pois possibilitam uma perspectiva crítica da tecnologia e, portanto, da forma como ela é apropriada em diferentes meios de atuação e discursos de poder na sociedade.

Referências

AMORIM, Mário Lopes. Qual engenheiro? Uma análise dos projetos políticos-pedagógicos dos cursos de engenharia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). **Revista de Ensino de Engenharia**. v. 35, n. 1, p. 23-33, 2016.

BERMAN, Marshall. **Tudo que é sólido desmancha no ar**: a aventura da modernidade. São Paulo: Companhia das Letras, 1986.

BRASIL. Resolução CNE/CES nº 2, de 26 de abril de 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**, Ministério da Educação, Brasília, DF, 26 abr. 2019. Seção 1, p. 43., Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192 >. Acesso em: 12 mai. 2023.

CUNHA, Luiz Antônio. **A universidade reformanda**: o golpe de 1964 e a modernização do ensino superior. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1988.

DECCA, Edgar de. **O nascimento das fábricas**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1982.

HARDMAN, Francisco Foot. **Trem-fantasma**: a ferrovia Madeira-Mamoré e a modernidade na selva. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

KAWAMURA, Lili Katsuco. **Engenheiro**: trabalho e ideologia. São Paulo: Ática, 1979.

KAWAMURA, Lili Katsuco. **Tecnologia e política na sociedade**: engenheiros, reivindicações e poder. São Paulo: Brasiliense, 1986.

LAUDARES, João Bosco; RIBEIRO, Shirlene. Trabalho e formação do engenheiro. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 81, n. 199, p. 491-500, set./dez., 2000.

LIMA FILHO, Domingos Leite; QUELUZ, Gilson Leandro. A tecnologia e a educação tecnológica: elementos para uma sistematização conceitual. **Educação & Tecnologia**, Belo Horizonte, v. 10, n. 1, p. 19-28, 2005.

MARX, Leo; SMITH, Merrit Roe. Introduction. In: SMITH, Merrit Roe; MARX, Leo. (Org.). **Does Technology Drive History?** The Dilemma of Technological Determinism. Cambridge/Londres: The MIT Press, 1994.

NASCIMENTO, Zinara Marcet de Andrade. **Formação e inserção de engenheiros na atual fase de acumulação do capital: o caso TUPY-SOCIESC**. 2008. 288 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

NISBET, Robert. **A história da ideia de progresso**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1985.

NOBLE, David Franklin. **America by design: Science, technology, and the rise of corporate capitalism**. New York: Oxford University Press, 1979.

OLIVEIRA, Vanderlí Fava de. Evolução dos cursos de engenharia. In: OLIVEIRA, Vanderlí Fava de. (Org.). **Trajetória e estado da arte da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia – Volume I: Engenharias**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, 2010. p. 51-68.

OLIVEIRA, Vanderlí Fava de; ALMEIDA, Nival Nunes de. Retrospecto e atualidade da formação em engenharia. In: OLIVEIRA, Vanderlí Fava de. (Org.). **Trajetória e estado da arte da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia – Volume I: Engenharias**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, 2010. p. 21-52.

O QUE É INOVAÇÃO? Definição, importância e as ações que têm impulsionado a inovação no Brasil. Indústria de A a Z. **Portal da Indústria**, [s.d.]. Disponível em: < <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/inovacao/> > . Acesso em 06 set. 2024.

PESAVENTO, Sandra Jatahy. **Exposições Universais: espetáculos da modernidade do século XIX**. São Paulo: Editora HUCITEC, 1997.

SANTOS, Sara Rios Bambirra; SILVA, Maria Aparecida da. Os cursos de engenharia no Brasil e as transformações nos processos produtivos: do século XIX aos primórdios do século XXI. **Educação em foco**, v. 11, n. 12, p. 21-35, 2008.

SMITH, Michael L. Recourse of Empire: Landscapes of progress in technological America. In: SMITH, Merrit Roe; MARX, Leo. (Org.). **Does technology drive history?** The dilemma of technological determinism. Cambridge/Londres: The MIT Press, 1994, p. 37-52.

TELLES, Pedro Carlos da Silva. **História da engenharia no Brasil** (Séculos XVI a XIX). Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1984.

TURAZZI, Maria Inez. **A euforia do progresso e a imposição da ordem: a engenharia, a indústria e a organização do trabalho na virada do século XIX ao XX**. Rio de Janeiro: COPPE, São Paulo: Marco Zero, 1989.