

A PROBLEMATIZAÇÃO COMO INVENÇÃO: FUNDAMENTOS PARA A EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

José Antonio Aravena-Reyes¹

RESUMO

Este texto propõe um deslocamento de ênfase para tratar o tema da educação em engenharia. Para tal, aponta as dificuldades de formar aspectos essenciais dessa profissão, como é o caso da “inventividade técnica”, quando a engenharia é entendida como resolução de problemas. Como forma de superação dessas dificuldades, explora-se a ideia da “problematização”, num contexto em que, para além de representar uma ação para estabelecer um enunciado que revela uma ruptura com uma vida antecipada (um obstáculo), ela exprime um complexo processo de invenção de novos modos de existência.

Palavras-chave: Educação em engenharia; resolução de problemas; invenção; inventividade técnica.

ABSTRACT

PROBLEMATIZATION AS INVENTION: GROUNDS FOR ENGINEERING EDUCATION

This paper proposes a shift of emphasis to address the issue of engineering education. To do this, it is oriented to describe the difficulties of teaching essential aspects of this profession, as is the case of the “technical inventiveness”, when engineering is understood as a problem solving approach. As a way of overcoming these difficulties, it explores the idea of “problematization”, in a context which, in addition to representing an action to establish an enunciation that reveals a break with an anticipated life (an obstacle), it expresses a complex process of invention about new modes of existence.

Keywords: Engineering education; problem solving; invention; technical inventiveness.

¹ Professor Associado IV, D Sc. em Engenharia Oceânica, Universidade Federal de Juiz de Fora; jose.aravena@ufjf.edu.br

INTRODUÇÃO

A engenharia é amplamente entendida em função da resolução de problemas. Bazzo e Pereira (2006), num texto clássico de introdução à engenharia, por exemplo, consideram que a engenharia moderna é aquela que se caracteriza por uma forte aplicação de conhecimentos científicos à solução de problemas. Tal afirmação sintetiza enunciados muito difundidos na comunidade acadêmica, os quais têm-se enraizado tão profundamente que as dificuldades de ensino em engenharia são entendidas, na atualidade, em termos de deficiências ou ausências metodológicas (PINTO e OLIVEIRA, 2012)² o que, muitas vezes, se equaciona mediante a pertinência da escolha de certas abordagens metodológicas, como é o caso do ensino por problemas.³

Metodologicamente falando, o ensino por problemas parte do pressuposto adicional de que o problema já existe. Seja para tratá-lo de forma concreta (um problema real) ou de forma abstrata (um problema ideal), a noção de que o problema existe é uma condição metodológica sobre a qual se constrói um arcabouço procedimental, que, em última instância, visa à apropriação de conteúdos específicos por parte dos alunos.

Sendo assim, não é a condição ontológica do problema que ganha centralidade no ensino baseado em problemas; é a aplicação do conteúdo programático que, nessa abordagem metodológica, se organiza em torno de um enunciado que está sob controle. De uma forma ou outra, o processo de ensino por problemas se fundamenta na articulação de demandas de conteúdos para serem aplicados a uma condição de enunciação. Mas, nessa condição, os conteúdos não se estruturam livremente: é o enunciado que estabelece as condições de análise e as possibilidades de articulação de conteúdos, previamente induzidos como importantes para a resolução do tipo de problema enunciado.

2 Segundo os autores, para se tornar um docente e ser capaz de fazer a diferença na formação dos novos engenheiros, há a necessidade de conhecer e aplicar métodos e técnicas de ensino/aprendizagem estruturados e consistentes que pressuponham a apropriação do conhecimento e de métodos relacionados à formação.

3 Um grande volume de publicações sobre ensino de engenharia é baseado em relatos de sucesso em relação à adoção desse tipo de metodologias.

O que se pretende mostrar neste trabalho é que o mesmo fundamento da questão metodológica está presente na formulação do perfil de formação do engenheiro, o que resulta em uma séria limitação em termos de formação, pois, ao se pensar a resolução de problemas como a base do perfil profissional, a dimensão inventiva do engenheiro fica restrita a um universo operacional muito limitado, que acaba criando uma condição de pensamento que desfavorece o desenvolvimento da inventividade técnica, característica fundamental da vida profissional.

Na seguinte seção, será feita uma breve análise de como tal limitação se consolida nas diretrizes curriculares de engenharia, para, depois, elaborar certos elementos que deveriam ser considerados como importantes na formação do engenheiro, de modo a desenvolver a sua capacidade inventiva.

A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NAS DCEng

Na legislação brasileira, a questão do ensino de engenharia encontra-se equacionada nas Diretrizes Nacionais para o Ensino de Graduação em Engenharia do Brasil – DCEng (MEC/CNE/CES, 2002), nas quais o entendimento que se apresenta sobre o engenheiro está descrito no seguinte texto:

Art. 3º O Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a 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 humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

De fato, toda a formulação descrita nesse trecho deve ser garantida, em termos de realização, mediante um projeto pedagógico:

Art. 5º Cada curso de Engenharia deve possuir um projeto pedagógico que demonstre claramente como o conjunto das atividades previstas garantirá o perfil desejado de seu egresso e o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas.

Para complementar esse quadro, em outras partes do documento, pode-se observar que são

descritas mais competências e habilidades a caracterizar o formando, entre as quais se encontram as de “conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos” e “identificar, formular e resolver problemas de engenharia”.

As diretrizes para engenharia parecem incorporar competências e habilidades que possibilitam o desenvolvimento da inventividade técnica, porém, segundo o artigo 5º, seria de responsabilidade das instituições de ensino o desenvolvimento de um projeto (político) pedagógico capaz de materializar claramente essa possibilidade, mas o que se constata frequentemente na formação de engenheiros é que há uma grande distância entre o prescrito nas diretrizes e o realizado dentro de sala de aula.⁴

Por tal motivo, é necessário desenvolver (inclusive em termos da lógica institucional) uma dimensão de análise que permita comparar o que está escrito no texto das diretrizes com aquilo que é realizado na prática cotidiana do ensino. Essa análise requer um fundamento metodológico que interprete a realidade não só através de processos de avaliação com indicadores quantitativos, senão também de outros, de ordem qualitativa, que permitam compreender como se promove (ou se inibe) o potencial inventivo nos formandos.

Nessa direção, é importante destacar que um dos sentidos predominantes nos enunciados da prática cotidiana do ensino de engenharia é que ela trata da resolução (e não da invenção) de problemas, o que acarreta um marco conceitual restritivo ao desenvolvimento da inventividade técnica.

Porém, não é somente esse marco conceitual de acesso ao pensamento inventivo que limita o desenvolvimento do potencial inventivo. Há um conjunto de práticas dentro do processo de formação que também incide no desenvolvimento do potencial inventivo e que requer atenção especial, inclusive, se o intuito é entender melhor os motivos que impedem que uma determinada metodologia de ensino-aprendizagem não promova os resultados previamente esperados.

De fato, no texto do artigo 3º, pode-se constatar que os enunciados “absorver e desenvolver novas

tecnologias” e “identificação e resolução de problemas” dão margem a muitas interpretações, todas as quais deveriam estar materializadas em formas procedimentais claras nos projetos pedagógicos dos cursos.

Se, por um lado, tais procedimentos não são difíceis de ser implementados, dada a natureza singular dos atos descritos (absorver, desenvolver, identificar ou resolver), quando se considera a necessidade de uma atuação crítica e criativa por parte do formando, a inventividade fica reduzida somente à identificação e à resolução de problemas ou ao desenvolvimento de novas tecnologias, o que também, na prática, reduzem a inventividade técnica ao domínio da resolução de problemas.

Seguindo o mesmo raciocínio, a parte do texto das diretrizes que descreve outras competências e habilidades a serem desenvolvidas pelo engenheiro, como a de conceber sistemas –produtos e serviços –, parece contar com um entendimento mais amplo da inventividade técnica, mas se pode constatar que esse conceber, tradicionalmente, também é tratado na engenharia como resolução de problemas.

Como se pode observar, há uma grande armadilha epistemológica que permeia toda a formação do engenheiro e que reside na premissa de que engenharia é resolução de problemas. Na medida em que o pensamento predominante na academia entende a engenharia dessa maneira, a formação do engenheiro (seja tanto mais o menos criativa, reflexiva ou crítica) se orienta a uma prática na qual o problema está dado, sendo necessário tão-somente um arcabouço metodológico para resolvê-lo.

Ou seja, há algum tempo que os processos formativos são direcionados por uma premissa que inscreve a atuação do engenheiro no domínio da operação, no sentido de que, se os engenheiros resolvem problemas, alguém (que não é esse engenheiro), em algum lugar, os cria.

Essa confusão epistemológica submete toda a capacidade inventiva do engenheiro a uma operação técnica que é a de resolver os problemas criados por outros. Resulta importante, portanto, saber quem define os problemas que os engenheiros resolvem, pois grande parte da formação do engenheiro é balizada por esse tipo de condição epistemológica, ao ponto de não se questionar mais porque os motivos

⁴ Pinto e Oliveira (2012) descrevem essa situação registrando que, no processo de ensino-aprendizagem de engenharia, ainda prevalece a visão do aluno como agente passivo.

que atualmente sustentam o desejo de estudar engenharia passam, principalmente, por garantias de acesso a patamares socioeconômicos favoráveis na sociedade capitalista, e não pelo desejo de se inserir numa prática cuja essência é inventiva e socialmente produtiva.

É assim que se constrói essa engenharia sem autonomia: mediante a produção de um pensamento sujeitado a uma doutrina que recorta a potência do pensamento inventivo para colocá-la à disposição dos interesses de uma maquinação socioeconômica fria e completamente despersonalizada, que usufrui de um processo formativo que sequer reconhece conceitualmente a profunda dimensão do inventar, castrando as possibilidades inventivas com enunciados externos que definem um marco de práticas sob os quais se controlam e limitam os deslocamentos naturais das mentes curiosas e inventivas dos aprendizes.

Se um dos sentidos hegemônicos que existe em engenharia é de que ela trata da resolução de problemas, o que se pretende ao questionar a premissa epistemológica é que se abra um espaço de autonomia cidadã e profissional, mediante a crítica a essa concepção, de modo que, ao entender a engenharia como o lugar da invenção, se possa formar o engenheiro para inventar outros – e até novos – tipos de existência, através do desenho das suas condições materiais, como será sugerido aqui, de modo a promover uma nova perspectiva para uma formação mais apropriada aos atuais desafios da vida em sociedade.

INVENTIVIDADE E PROBLEMATIZAÇÃO

A engenharia sempre foi associada à resolução de problemas, mas a inventividade técnica está para além dessa perspectiva. Não há uma condição *a priori* para um problema, menos ainda para dizer que um problema é exclusivamente de engenharia. De fato, o que está em jogo é o próprio problema, na sua condição ontológica. Antes de ter sido enunciado, um problema não passa de um estado sensível, que se manifesta como uma demanda de deslocamento perante a realidade presente. Após enunciado, alguma parte da realidade é colocada como preocupa-

ção presente, ao mesmo tempo em que as outras são descartadas.

Parece evidente que, além de controlar a inventividade técnica através de um processo lógico de identificação e formulação de problemas de engenharia, o recorte necessário em termos das competências e habilidades que se promovem nas diretrizes é pouco funcional. De fato, a experiência inventiva relevante para a formação do engenheiro não pode ser condicionada ao reconhecimento de que um dado problema está no domínio da engenharia, pois seria necessário, primeiro, ter a certeza de que tal problema está circunscrito dentro do domínio da engenharia para, só depois, poder identificá-lo e formulá-lo, fato que torna contraditória essa abordagem dentro de qualquer perspectiva disciplinar, e não só para a engenharia. Em realidade, identificar um problema no domínio estrito da engenharia, necessariamente, opera de forma a restringir os sinais do problema àqueles que fazem sentido em relação àquilo que chamamos de engenharia. Isso sem considerar que a formulação sempre opera sobre elementos conhecidos (identificáveis), para os quais se devem estabelecer as suas verdadeiras (e demonstráveis) relações.

Dessa forma, podemos afirmar que, mais do que identificar e resolver problemas, a tarefa do engenheiro pode ser postulada na forma de inventar os problemas (ARAVENA-REYES, AGUILAR e AZEVEDO, 2006), ou, de forma mais ampla, de inventar as situações para as quais é demandado um deslocamento da realidade. Muitas vezes, isso é entendido como “problematizar”, porém, a condição que favorece a inventividade técnica é a inventividade em si, e não necessariamente as formas visíveis da invenção. Dessa maneira, o inventar problemas que se pleiteia aqui exige o esclarecimento de dois aspectos importantes de um processo: o inventar em si é um modo particular de invenção que resulta na problematização.

Deleuze, por exemplo, ao tratar o conceito de intuição em Bergson (DELEUZE, 1999), o identifica como um método essencialmente “problematizante”, “diferenciante” e “temporalizante”, no qual o problematizar significa “a crítica de falsos problemas e invenção de verdadeiros”. Com isso, pode-se deduzir que invenção e problematização não são termos

idênticos, e que a problematização toma aspectos da invenção para operar como tal. Ou seja, a problematização é um modo da invenção, pois o processo de problematização, segundo descrito por Deleuze, opera em um movimento que surge da crítica de uma situação (falsa) ao surgimento de outra (verdadeira). No caso da invenção em si, tal movimento representa só uma forma particular de inventar.

A invenção em si é de extrema relevância, porque nos coloca perante uma competência que extrapola os limites da formação profissional do engenheiro, atingindo uma dimensão existencial em que é a própria vida o que se inventa. A abrangência do inventar tem implicações diretas no processo educacional, e requer um entendimento profundo se o objetivo educacional é libertar a capacidade inventiva para além de um dado modo de operacionalização, que seria, no caso, a problematização.

INVENTAR EM ENGENHARIA

A engenharia, como foi apresentado antes, se entende em termos hegemônicos como a resolução de problemas, minimizando o potencial inventivo do seu campo de ação. Talvez esse entendimento tenha evoluído em função das próprias demandas do sistema capitalista que, notoriamente no surgimento das técnicas de administração moderna, teve suas expectativas direcionadas a resolver os problemas da eficiência econômica do sistema produtivo. Antes disso, porém, a engenharia estava amplamente motivada à invenção dos objetos com eficiência técnica, não verificada exclusivamente através do custo do objeto produzido, senão através da estabilidade e durabilidade do invento técnico e da sua capacidade de consolidar determinadas formas de existência.

Os antigos mecenas, mais que motivados pela resolução de um problema econômico, eram fascinados pelas invenções dos artistas engenheiros do Renascimento. Leonardo da Vinci, materializando toda a dinâmica social dessa época, é ainda entendido como a figura emblemática do gênio, quer dizer, da pessoa que possui a capacidade inventiva por excelência.

A partir dessa estreita relação entre o engenheiro e o inventor é que podemos traçar uma nova leitura para o cerne da profissão, pois, se o gênio inventa usando seu engenho, pode-se pensar que o termo

engenharia (ou engenheiro) esteja vinculado com a maior propriedade ao termo gênio e, consequentemente, ao termo engenho, no seu entendimento de capacidade ou competência inventiva (engenho/astúcia), do que ao termo engenho no seu entendimento como um certo resultado de um processo inventivo (engenho/motor).⁵

O engenho do engenheiro não está relacionado exclusivamente com o fazer objetos-engenhos, argumento que muitas vezes é utilizado para justificar a necessidade de uma hegemonia da racionalidade científica ou de certa organização ou estrutura mecanicista para entender a engenharia. Em contraposição, um engenho baseado em uma significação mais próxima do uso da capacidade inventiva para produzir seus objetos não necessita ser justificado pela racionalidade científica.

De fato, a proximidade da palavra *engineer* com a palavra *engine* deve ser revista para se entender melhor porque o engenheiro foi caracterizado como um “resolvedor” de problemas, pois, de certa maneira, os problemas a serem resolvidos estavam amparados nos problemas de crescimento da época, cuja matriz de soluções talvez estivesse associada à ideia dos mecanismos da lógica produtiva da Revolução Industrial. Essa proximidade não se constata no Renascimento italiano, quando podemos encontrar os primeiros engenheiros atuando de forma organizada, em lojas de artesãos ou pedreiros, espaços nos quais se pretendia contestar a hegemonia da Igreja na explicação dos processos naturais, mediante a apropriação (*ingenium*) de uma perspectiva não-divina da realidade que permitia inventar (*inventum*) novas formas de existência, para além das consagradas pela tradição católica. Assim, engenho e capacidade inventiva parecem ser um solo mais fecundo para se entender as características das competências fundamentais necessárias à formação profissional.

Nesse sentido, embora grande parte dos processos de operação e do correto funcionamento de sistemas de engenharia sejam comumente entendidos como uma tarefa própria de engenheiros, a carência da dimensão inventiva mostraria que, ainda quando necessário que engenheiros conheçam

⁵ Ver, por exemplo, o verbete descritivo do conceito “engenharia” segundo descrito na Wikipedia (<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Engenharia>>), no qual o engenheiro é descrito como a alguém que operava engenhos.

muito bem os processos dos sistemas técnicos de uma determinada situação, tal conhecimento não configura um fim em si mesmo, senão um meio para subsidiar a intuição nas suas demandas por inventar a tecnicidade dos novos modos de existência.

A PROBLEMATIZAÇÃO COMO MODO DE INVENÇÃO

O que se inventa obedece a uma demanda por atualizar as condições de realização de um determinado modo de existência. Em outras palavras, é um modo de conhecimento produtivo, que traz para o presente uma configuração de produção em torno daquilo que se deseja experimentar como vivência plena.

O problema, na forma de ruptura ou de obstáculo à continuidade de um dado modo de vida, não exaure a condição inventiva, uma vez que, como tal, o problema exige uma exterioridade que o defina como tal (o modo de vida com o qual se rompe). Por tal motivo é que a pesquisa e o projeto tomam um lugar relevante nas metodologias de resolução de problemas: trata-se de identificar e modificar aquilo que obstaculiza ou rompe com a continuidade de uma vida que já foi operacionalmente antecipada, no sentido dado por Boutinet (2000) a esse termo.

De fato, podemos dizer que, se, na esfera metodológica, a própria ruptura (o problema) pode ser produzida como mecanismo didático, em última instância, trata-se de produzir os problemas mais do que resolvê-los.

É nesse sentido que o problematizar é inventar. Na dimensão produtiva, ao se inventar um problema, longe daquilo que o exterior nos informa, se configura um espaço de reflexão produtiva, que se fundamenta mais na dinâmica inventiva do que na identificação e no reconhecimento da realidade operacionalmente antecipada.

É aqui que resulta importante entender a problematização como uma tarefa inventiva, pois, ao se atrelar a problematização a uma dada realidade, não há mais um esforço intelectual inventivo relevante. Só há adaptação a um conjunto de enunciados que dizem da realidade de forma inquestionável. A problematização como adaptação a uma realidade dada

é submissa e não reconhece os deslocamentos que um corpo demanda. Muito pelo contrário, um tal entendimento simplesmente restringe as preocupações da vida àquilo que, em algum lugar, se define como realidade relevante. Ou seja, a questão da problematização, assim como a do problema e sua resolução, resulta numa abordagem didática mais alienante do que emancipadora, caso a condição ontológica (o que é a problematização) não considere a cartografia das forças sociais e singulares que definem porque, quando ou como se deve problematizar. Estabelecer, *a priori*, as formas da problematização, mediante uma definição, coloca a engenharia na senda de uma operação obediente, a qual, mais do que participar do entendimento da realidade, faz dela uma operação sobre uma realidade dada.

Separar os problemas das suas condições de enunciação implica uma alienação muito conveniente para a manutenção do entendimento dominante, pois os problemas são colocados como demandas universais e absolutas, sem que haja questionamento ao seu valor intrínseco. Um problema, por exemplo, pode ser produto dos interesses de um determinado grupo que, sutilmente, se ampara num questionamento aparentemente neutro e objetivo para exercer seu poder.

Problematizar, portanto, não corresponde a um método que simplesmente permite elaborar os problemas. Problematizar exige a produção de um enunciado que esgote o problema como ponto de partida para convertê-lo em referência de transformação da realidade. Por tal motivo, ele não pode se erigir sobre a certeza, visando a uma lógica de verificação de condições estabelecidas aprioristicamente. A problematização deve ser a própria lógica de posicionamento em torno do enunciado do problema, a partir da qual se reconfigura a realidade mediante a explicitação da existência que se desdobra integralmente com o seu enunciado.

Antes de se enunciar um problema, não se tem nada explicitamente. Após ser enunciado, tem-se um modo de existência que exige ser materializado por meio de suas possíveis soluções. A problematização, de fato, pode ser um novo paradigma (FABRE, 2009) ou uma forma de emancipação das imagens de pensamento dogmáticas (OSBORNE, 2003).

CONCLUSÕES

Muito mais do que pensar na engenharia como a resolução de problemas, os antecedentes colocados aqui propõem um deslocamento dessa perspectiva hegemônica, para uma direção que recupera a inventividade técnica como uma característica fundamental da engenharia e, conseqüentemente, da formação em engenharia.

A inventividade técnica pode ser recuperada como vetor primordial para a reorientação do processo formativo, visando à autonomia do estudante, de modo a instituir um espaço de articulação de saberes, novos ou tradicionais, como forma de competência profissional.

Trata-se de um movimento que extrapola o universo da resolução de problemas para avançar na arena da problematização como modo de invenção. Nesse sentido, a problematização não representa só uma forma de estabelecer enunciados de problemas, senão um modo crítico de inventar verdadeiros problemas, no sentido dado por Bergson, restabelecendo o papel social e político que muitos engenheiros já conseguiram articular ao longo da história.

Em última instância, a autonomia em torno do devir engenheiro: a possibilidade de potencializar um modo de existência, que encontra na técnica a invenção da própria vida.

REFERÊNCIAS

- ARAVENA-REYES, J.; AGUILAR, M.; AZEVEDO, W. **Una propuesta de educación para la tecnología**. Fourth LACCEI International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology. Mayaguez, Porto Rico, 2006.
- BAZZO, W.; PEREIRA, L. **Introdução à engenharia**. 6. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2002.
- DELEUZE, G. **Bergsonismo**. São Paulo: Editora 34, 1999.
- FABRE, M. Qu'est-ce que problématiser? Genèses d'un paradigme. **Recherches en Éducation**, n. 6, p. 22-33, Paris, 2009.
- MEC/CNE/CES. Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 de abr. 2002.
- OSBORNE, T. What is a problem? **History of Human Sciences**, v. 16, n. 4, p. 1-17, Sage Publications, UK, 2003.
- PINTO, D.; OLIVEIRA, V. Reflexões sobre a prática do engenheiro-professor. **Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, COBENGE, Belém, PA, 2012.

DADOS DO AUTOR

José Antonio Aravena-Reyes atualmente é Professor Associado IV da Universidade Federal de Juiz de Fora. Mestre e doutor em Ciências da Engenharia Oceânica pela COPPE-UFRJ, em 1994 e 1998, respectivamente. Atua como professor da disciplina Projeto e Desenho Auxiliado por Computador para os Cursos de Engenharia Civil e Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Juiz de Fora. Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no Ensino Básico da Universidade Aberta do Brasil. Exerce o cargo de coordenador geral do Centro de Educação a Distância da Universidade Federal de Juiz de Fora e de coordenador institucional do Conselho Institucional de Formação de Professores – COMFOR. Líder do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação e Tecnologia e membro do Grupo de Pesquisa em Inovação Tecnológica na Construção Civil, com interesse em formação de professores em engenharia, ensino da gestão de projeto e construção civil, educação a distância e filosofia da engenharia e da tecnologia.