UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE FILOSOFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FILOSOFIA

Cristiano Cordeiro Cruz

TECNOLOGIA SOCIAL:
FUNDAMENTAÇÕES, DESAFIOS, URGÊNCIA E LEGITIMIDADE
(Versão corrigida)

São Paulo

2017

Cristiano Cordeiro Cruz

**TECNOLOGIA SOCIAL:
FUNDAMENTAÇÕES, DESAFIOS, URGÊNCIA E LEGITIMIDADE**

(Versão corrigida)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia do Departamento de Filosofia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Filosofia.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Rubén Mariconda

De acordo _____
(05/dezembro/2017)

São Paulo

2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

C957t Cruz, Cristiano
Tecnologia social: fundamentações, desafios,
urgência e legitimidade / Cristiano Cruz ;
orientador Pablo Mariconda. - São Paulo, 2017.
284 f.

Tese (Doutorado)- Faculdade de Filosofia, Letras
e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.
Departamento de Filosofia. Área de concentração:
Filosofia.

1. Filosofia da tecnologia. 2. Tecnologia social.
3. Epistemologia da engenharia. 4. Engenheiro
educador. 5. Formação em engenharia. I. Mariconda,
Pablo, orient. II. Título.

Cristiano Cordeiro Cruz

TECNOLOGIA SOCIAL: FUNDAMENTAÇÕES, DESAFIOS, URGÊNCIA E LEGITIMIDADE

Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de doutor em filosofia.

São Paulo, 10 de novembro de 2017.

Banca Examinadora

Pablo Rubén Mariconda – Presidente (orientador)

Marcos Barbosa de Oliveira – FE-USP (titular)

Alberto Oscar Cupani – UFSC (titular)

Hugh Matthew Lacey – IU (titular)

Gilmar Evandro Szczepanik – Unicentro (titular)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Pablo Rubén Mariconda, e a Andrew Feenberg, que me acompanhou durante o um ano de estágio de pesquisa no exterior, pela orientação que proveram. Sem eles, definitivamente, a pesquisa que desaguou nesta tese não teria conseguido dar boa parte de seus passos. O modo como hoje compreendo e encaro o fenômeno técnico traz, sem dúvida, muitos traços desses dois pensadores.

Ainda no que tange à minha formação intelectual durante o doutorado, agradeço: ao Celso Alvear, à Lais Fraga e aos membros da Repos (Rede de Engenharia Popular Oswaldo Sevá) por me ensinarem sobre a engenharia popular; a Fabio Leite, Daniela Silveira e Ronei Mocellin por me ajudarem a aprofundar meu conhecimento sobre a filosofia da ciência; e ao pessoal do GT de filosofia da tecnologia e da técnica da ANPOF pelas trocas e discussões nessa nossa área de pesquisa.

Agradeço também à Fapesp pela bolsa (processo 2013/18757) e pela autorização para que eu seguisse dando aula na Escola Waldorf São Paulo (EWSP). Pela primeira, ela permitiu que eu me dedicasse quase exclusivamente à minha pesquisa de doutorado, o que foi fundamental para que eu pudesse produzir este trabalho. Pela segunda, ela possibilitou que eu seguisse cultivando a docência, algo em que também me realizo bastante e que, ademais, ao menos como se faz na EWSP, mostrou-se fundamental para a minha saúde existencial.

Agradeço ao Romis, um grande amigo de longa data, pela disponibilidade e presteza em revisar meus textos em inglês, por ter me apresentado o ENEDS (Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social), por sempre me encorajar e pela infatigável amizade.

Agradeço aos meus amigos – todos eles –, pela amizade com que me brindam. Em especial, a Fábio Mesquita, alguém fundamental. Vocês sabem o quanto me são importantes. O amor, a vida, o sentido têm, para mim, muito a cara de vocês.

Agradeço a Fabio Salvi por tanto, que palavras não seriam capazes de expressar.

RESUMO

CRUZ, C. C. **Tecnologia social: fundamentações, desafios, urgência e legitimidade**. 2017, 280 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Filosofia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

Este trabalho versa sobre a tecnologia, atendo-se de modo particular, mas não exclusivo, a isso que no Brasil se chama de tecnologia social (TS). A tese que se buscará defender aqui é múltipla. Em primeiro lugar, ontológica e politicamente, sustentar-se-á que a tecnologia social é uma implementação não apenas tecnicamente legítima e autêntica, como social e ambientalmente urgente. Contudo, para que tal tipo de solução seja passível de ser desenvolvida, é necessário, de uma parte, que se desenvolvam conhecimentos científicos e engenhairis apropriados. Com isso, o segundo argumento, epistemológico, é que esses conhecimentos são passíveis de ser produzidos e que os mecanismos que podem tornar tal coisa possível não subvertem o *ethos* próprio da ciência ou da engenharia. De outra parte, TS e engenharia popular demandam também um perfil profissional específico, o do engenheiro educador (ou engenheiro popular). Essa é a terceira dimensão da tese que defendemos. Por fim, ontológica e existencialmente, proporemos que o caminho para superar o desencantamento substantivo do mundo (Weber), a entificação do Ser (em seu desvelamento tecnológico no qual nos encontramos presos, via enquadramento – Heidegger), a ditadura da racionalidade instrumental (Horkheimer & Adorno) ou a autoprodução e o automatismo do desenvolvimento tecnológico (que nos aprisiona ou agencia quase que inapelavelmente – Ellul) pode emergir precisamente de algo como a tecnologia social, por meio da incorporação dos valores e saberes populares à construção da realidade sociotécnica que decidimos nos dar. Esse quarto aspecto, nesses termos, reforça o primeiro, trazendo novos elementos para subsidiar-se o entendimento acerca da urgência, em nossos dias, de uma solução técnica como a tecnologia social.

Palavras-chave: Tecnologia social. Filosofia da tecnologia. Andrew Feenberg. Gilbert Simondon. Hugh Lacey. Conhecimento técnico. Formação em engenharia.

ABSTRACT

CRUZ, C. C. **Tecnologia social: fundamentações, desafios, urgência e legitimidade**. 2017, 280 f. Thesis (Doctorate) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Departamento de Filosofia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

This work discusses technology, giving special attention to this that is called social technology (ST) in Brazil. The thesis that is substantiated here is multiple. First, ontologically and politically, it will be argued that social technology is not only technically legitimate and authentic, but also socially and environmentally urgent. However, in order to be implementable, ST demands, on the one hand, specific engineering and scientific knowledge to be advanced. Thus, the second dimension of our thesis, epistemological, sustains the understanding that such knowledge can be produced and the mechanisms required to make such production possible do not corrupt the scientific or engineering *ethos*. On the other hand, ST and popular engineering also demand a specific professional profile, the educator engineer (or popular engineer). This is the third dimension of the argument we defend here. Finally, ontologically and existentially, it will be suggested that a way to overcome the substantial disenchantment of the world (Weber), the entification of *Being* (in its technological unveiling in which we found ourselves trapped, via enframing – Heidegger), the dictatorship of instrumental rationality (Horkheimer and Adorno) or the self-production and automatism of technological development (Ellul) may precisely emerge from something like social technology. This would be so by dint of the incorporation of popular values and knowledge to the construction of the sociotechnical reality we decide to build. This fourth aspect, then, strengthens the first one, offering new supporting elements to the urgency claim associated with the development of ST in our days.

Keywords: Social technology. Philosophy of technology. Andrew Feenberg. Gilbert Simondon. Hugh Lacey. Technical knowledge. Engineering education.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
Técnica e tecnologia	12
A conformação do tema desta pesquisa	14
1. O QUE É A TECNOLOGIA SOCIAL?.....	17
1.1 Três exemplos concretos	18
1.1.1 Cooperativas de catadores de material reciclável	20
1.1.2 Práticas agroecológicas do MST	23
1.1.3 <i>Caladeras</i> colombianas.....	25
1.1.4 Resumindo	27
1.2 Características fundamentais da tecnologia social.....	27
1.2.1 Critérios demarcatórios	28
1.2.2 Reaplicação e adequação sociotécnica	31
1.3 Desenvolvendo tecnologia social.....	34
1.3.1 Pesquisa-ação	35
1.3.1.1 Dois exemplos de pesquisa-ação no desenvolvimento de TS.....	39
1.3.1.2 Considerações adicionais	43
1.3.1.3 Equipe interdisciplinar	44
1.3.2 Educação popular	46
1.3.3 Engenheiro educador	50
1.4 A história da tecnologia social e da engenharia engajada	52
1.4.1 Anos 1960-1980: difusão, apogeu e eclipse da tecnologia apropriada	54
1.4.2 Anos 1990-atualidade: do eclipse da tecnologia apropriada ao florescimento da engenharia engajada	57
1.5 Síntese.....	62

2. BASES ONTOLÓGICAS: NATUREZA SOCIOTÉCNICA DA TÉCNICA; PODER; LEGITIMIDADE E URGÊNCIA DA TECNOLOGIA SOCIAL	63
2.1 Subdeterminação, realidade sociotécnica e códigos técnicos	65
2.2 Ordem do antecipado e singularidade da tecnologia social	72
2.3 Dupla instrumentalização, racionalidade sociotécnica e democratização.....	82
2.3.1 Teoria da dupla instrumentalização	83
2.3.2 Racionalidade sociotécnica	88
2.3.3 Democratização da tecnologia	95
2.4 Poder e democratização	100
2.5 Especificidade e urgência da tecnologia social	110
3. DEMOCRATIZAÇÃO E TECNOLOGIA SOCIAL: QUESTÕES EPISTEMOLÓGICAS.....	116
3.1 Produção técnica e tipos de conhecimentos envolvidos	118
3.2 Conhecimento científico	124
3.2.1 Etapas lógicas da produção científica	124
3.2.2 Perspectivas de valor	128
3.2.3 Pluralismo estratégico e o imperativo epistemológico	132
3.2.4 Legitimidade e o imperativo ético	134
3.2.5 Ciência e poder	135
3.3 Conhecimento técnico explícito e tácito	138
3.3.1 Conhecimento tácito	139
3.3.2 Aspectos gerais da técnica pré-moderna	143
3.3.3 Técnica moderna	147
3.3.3.4 Projeto e satisficing	147
3.3.3.5 Conhecimentos técnicos demandados no projeto técnico moderno	149
3.3.4 Valores sociais e projeto técnico moderno	159

3.4	Experiências de controle democrático/popular interno à produção técnico-científica	164
3.4.1	Fóruns híbridos.....	165
3.4.2	Tecnologia social.....	173
3.5	Síntese e próximos passos	180
4.	A FORMAÇÃO DOS ENGENHEIROS EDUCADORES	185
4.1	Engenheiro educador.....	187
4.2	A formação do engenheiro educador	189
4.2.1	Ensino, pesquisa e extensão.....	189
4.2.2	Resolução CES/CNE 11/2002	192
4.2.3	O campo da engenharia e desenvolvimento social.....	194
4.3	Propostas de extensão formativa	195
4.3.1	Núcleos de extensão universitária	196
4.3.1.1	SOLTEC.....	196
4.3.1.2	ITCP.....	198
4.3.1.3	Avanços e limites dessas iniciativas	199
4.3.2	Estágio Interdisciplinar de Vivência (EIV)	201
4.3.2.1	Avanços e limites da iniciativa	202
4.4	Propostas de ensino.....	203
4.4.1	Metodologia pedagógica, disciplinas com enfoque CTS e grade curricular.....	204
4.4.1.1	Metodologia Pedagógica.....	205
4.4.1.2	Disciplinas com enfoque CTS.....	206
4.4.1.3	Estrutura curricular	208
4.4.1.4	Avanços e limites dessas iniciativas	209
4.4.2	Estágio popular	211

4.4.2.1	Estágio de vivência	211
4.4.2.2	Residência agrária	212
4.4.2.3	Avanços e limites dessas iniciativas	214
4.4.3	Projeto universitário alternativo	216
4.4.3.1	Universidade Federal de Santa Catarina – campus Blumenau	216
4.4.3.2	Universidade Federal do Cariri	218
4.4.3.3	Universidade Federal da Bahia – campus Camaçari	220
4.4.3.4	Avanços e limites dessas iniciativas	221
4.5	Espaços de sensibilização, mobilização e atuação	222
4.5.1	ENEDS e EREDS	222
4.5.2	Repos	226
4.5.3	Avanços e limites dessas iniciativas	229
4.6	Síntese possível	230
4.7	Considerações finais	235
4.7.1	Escolas na arte da engenharia	235
4.7.2	Equipes interdisciplinares	237
CONSIDERAÇÕES FINAIS		240
Outros frutos desta pesquisa		241
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		244
APÊNDICE A – PROJETO DE PÓS-DOCTORADO		256

INTRODUÇÃO

Esta tese versa sobre a tecnologia, atendo-se particularmente, mas não exclusivamente, a isso que no Brasil se chama de tecnologia social (TS). Seu tom, fortemente marcado pelo espírito dos engenheiros populares com os quais interagi ao longo de boa parte desta pesquisa de doutorado, aproxima-se mais de uma confiança crítica nas possibilidades técnicas (ou sociotécnicas) ainda por desenvolver, do que de um pessimismo do tipo aporético, *à la* Heidegger, que não enxerga, na ação coletiva dos seres humanos, possíveis meios efetivos de subverter os descaminhos do desenvolvimento tecnológico capitalista, com o desempoderamento, a opressão e a degradação ambiental que, de maneira geral, este produziu e segue produzindo.

Nesses termos, aquilo que se desenvolve aqui é fortemente tributário da compreensão democratizante de Andrew Feenberg. Com efeito, em que pesem os percalços e os limites a que seguem sujeitas as iniciativas de TS ou de engenharia popular, os frutos que elas dão revelam não apenas a plasticidade (ou subdeterminação) da tecnologia, em sua resposta ou conformação às múltiplas perspectivas de valor ou estratégias de poder incidentes no processo de seu desenvolvimento, como o papel central e imprescindível que ela pode representar na construção de um ordenamento social (ou, mais precisamente, sociotécnico) democratizado, empoderador, popular.

A tese que se buscará defender aqui é múltipla. Em primeiro lugar, ontológica e politicamente, sustentar-se-á que a tecnologia social é uma implementação não apenas tecnicamente legítima, como social e ambientalmente urgente. Contudo, para que tal tipo de solução seja passível de ser desenvolvida, é necessário, de uma parte, que se desenvolvam conhecimentos científicos e engenheiris apropriados. Com isso, o segundo aspecto, epistemológico, é que esses conhecimentos são passíveis de ser produzidos e que os mecanismos que podem tornar tal coisa possível não subvertem o *ethos* próprio da ciência ou da engenharia. De outra parte, TS e engenharia popular demandam também um perfil profissional específico, o do engenheiro educador (ou engenheiro popular). Essa é a terceira dimensão da tese que defendemos. Por fim, ontológica e existencialmente, proporemos que o caminho para superar o desencantamento substantivo do mundo (Weber), a entificação do *Ser* (em seu desvelamento tecnológico no qual nos encontramos

presos, via enquadramento – Heidegger), a ditadura da racionalidade instrumental (Horkheimer & Adorno) ou a autoprodução e o automatismo do desenvolvimento tecnológico (que nos aprisiona ou agencia quase que inapelavelmente – Ellul) pode emergir precisamente de algo como a tecnologia social, por meio da incorporação dos valores e saberes populares à construção da realidade sociotécnica que decidimos nos dar. Esse quarto aspecto, nesses termos, reforça o primeiro, trazendo novos elementos para subsidiar-se o entendimento acerca da urgência, em nossos dias, de uma solução técnica como a tecnologia social.

Para desenvolver e sustentar essas quatro dimensões do entendimento que estamos defendendo, este trabalho está estruturado em quatro capítulos. No primeiro deles, preponderantemente descritivo, apresentaremos a tecnologia social, nosso objeto de estudo central. Buscaremos, com isso, não apenas apresentar as características demarcatórias da TS, e que a distinguem da tecnologia convencional (que é a padrão em nosso tempo), como também expor dois elementos inegociáveis no processo de seu desenvolvimento: metodologias participativas (como a pesquisa-ação) e educação popular. Concluiremos o capítulo com um pouco de história da técnica, apresentando o caminho que se percorreu, a partir do século XX, para se chegar à tecnologia social de hoje, e que passa pela roca tradicional de Gandhi.

No segundo capítulo, analisaremos a técnica ontológica e politicamente. Dialogaremos, ao longo do seu desenvolvimento, com autores como Andrew Feenberg, Gilbert Simondon, Michel Foucault, Max Weber, Max Horkheimer & Theodor Adorno, Herbert Marcuse e Jürgen Habermas, assim como com autores da moderna sociologia da tecnologia. Revisitaremos, com isso, os fundamentos da compreensão do fenômeno técnico como um amálgama entre tecnologia e sociedade, que constituem, nesse sentido, uma realidade sociotécnica una. Amálgama que, entretanto, não reduz a técnica a mera construção social, mas que a informa a partir das condições de contorno que o fenômeno técnico deixa necessariamente em aberto. Por conta de tal vinculação com o ordenamento social que ela constrói ou reforça – em detrimento de outros que são deixados de lado ou inviabilizados a partir das opções que são tomadas no desenvolvimento tecnológico –, a tecnologia é também essencialmente política, prestando-se, a bem da verdade, como um dos principais dispositivos à disposição do poder (ou da estruturação que ele assume), para a

manutenção ou o reforço do *status quo*, ou, diversamente, para o avanço de pautas e estratégias contra-hegemônicas.

No terceiro capítulo, o maior e mais original deste trabalho, vamos nos deter na análise das condições de possibilidade epistemológicas da tecnologia social. Especificamente, examinaremos em que medida a ciência e o conhecimento produzido pelos engenheiros (ou conhecimento engenheiril), que são os componentes epistêmicos principais da produção tecnológica moderna, podem prover os conteúdos que a TS pressupõe. No que tange à ciência, seguiremos de perto a compreensão de Hugh Lacey, acrescentando a ela, entretanto, a necessidade de alguma instância interna à atividade científica (como os fóruns híbridos de que fala Michel Callon) que a torne efetivamente mais abrangente (ou estrategicamente plural). Quanto ao conhecimento engenheiril, dialogaremos sobretudo com Walter Vincenti, Michael Polanyi, Herbert Simon, Carl Mitcham e Mieke Boon. A partir disso, identificaremos dois espaços distintos nesse âmbito da produção de conhecimento, nos quais os valores sociais impactam diretamente: as traduções das demandas do contratante em especificações técnicas (que atuam, descendentemente, sobre o nível da ciência da engenharia e de boa parte dos conhecimentos relacionados ao projeto técnico); e um subconjunto dos conhecimentos relativos ao projeto, que chamamos de arte da engenharia. Neste último espaço, uma produção técnica do tipo da tecnologia social, que envolve metodologias participativas (como a pesquisa-ação) e educação popular, pode não apenas ser capaz de escutar as demandas e urgências efetivas do grupo, como, além disso, incorporar seus valores e saberes próprios ao conhecimento e à solução técnica assim construídos.

Por fim, no quarto e último capítulo, analisaremos alguns dos meios de que podemos dispor para, em alguma medida, capacitar um perfil profissional hábil para produzir TS, o engenheiro educador. Partiremos, para tanto, de uma breve análise de três aspectos da conjuntura nacional atual (ou recente) particularmente importantes para chegarmos a, ou sermos capazes de reproduzir, tais experiências formativas contra-hegemônicas: a estrutura tripartite da universidade brasileira (pesquisa-ensino-extensão); as novas diretrizes curriculares nacionais para os cursos de engenharia (de 2002); a consolidação do campo de engenharia e desenvolvimento social, e, a partir dele, a criação da Rede de Engenharia Popular Oswaldo Sevá (Repos). É dessa conjuntura que emergirão (ou ganharão força)

diversas atividades de formação alternativa em engenharia no Brasil. Neste trabalho, tais atividades serão agrupadas em três tipos principais: propostas de extensão formativa; propostas de ensino; espaços de sensibilização, mobilização e atuação. A partir da análise de cada um desses tipos, buscar-se-á mostrar em que medida eles efetivamente concorrem para a capacitação do engenheiro educador, e qual poderia ser um horizonte ideal de formação desse profissional de engenharia apto a desenvolver tecnologia a partir de, ou segundo, processos que envolvem pesquisa participativa e educação popular.

*****

Antes de concluir esta introdução, duas questões precisam ainda ser rapidamente trabalhadas. A primeira delas, terminológica, será apresentada na próxima seção. A segunda, uma advertência, será encaminhada na seguinte.

Técnica e tecnologia

Ao longo de todo este texto, estaremos usando os termos “técnica” e “tecnologia” (e os adjetivos deles derivados: “técnico/a” e “tecnológico/a”) como sinônimos. Ao fazermos isso, estamos desconsiderando todas as distinções convencionadas para essas palavras, como a de Ellul¹, que se funda em uma reflexão de tipo político-metafísica, e a de Heidegger², de base ontológico-existencial.

---

¹ Ellul é bastante criterioso com o uso e o sentido dos termos “técnica” e “tecnologia”. *Grosso modo*, técnica significará a totalidade dos meios absolutamente mais *eficientes* (para seus respectivos fins) (cf. Ellul, 2012 [1977], p. 37-8). De sua parte, tecnologia poderá ser tanto o estudo das técnicas materiais (cf. idem, p. 38), quanto, naquilo que parece ser o uso mais corrente para o autor, um discurso (falso) sobre a técnica (que a apresenta como neutra, boa e desejável) (cf. Ellul, 1969, p. xv-xvi).

² Para Heidegger, *grosso modo*, a tecnologia seria o modo próprio de revelação da técnica moderna. Ou seja, o fenômeno técnico, desde o seu surgimento, teria, em si, uma mesma e única essência, a de trazer para fora, revelar, aquilo que, sem essa mediação técnica, não conseguiria fazê-lo (cf. Heidegger, 1977 [1955], p. 12-3). Na modernidade, contudo, o modo como essa essência da técnica se revela, e que, por assim dizer, é-nos imposto pelo desvelamento moderno próprio (e autônomo) do *Ser*, é um que, por meio da quantificação, calculabilidade e controle, reduz substantivamente tudo e todos a recursos à disposição (cf. idem, p. 13-7). Isso é o enquadramento (cf. idem, p. 19-21). Para Heidegger, o particularmente insidioso desse modo de revelação da técnica é que, ao reduzir-nos também a nós, seres humanos, a recursos à disposição, ela nos interdita o mais fundamental e autenticamente humano em nós, que é a nossa capacidade de relação livre com, e atenta a, o *Ser* (cf. idem, p. 25-7; Lovit, 1977, p. xxxiii-iv). Isso faz com que possíveis novos desvelamentos dele – e distintos deste do enquadramento, ou, nos termos desontologizados de Lukács, da reificação capitalista – não

Por outro lado, não obstante, não se está insinuando, com isso, que não haveria uma profunda diferença entre aquilo que foi a prática técnica pré-moderna – e que permanece presente, em nossos tempos, em diversas técnicas tradicionais de caça, cultivo, costura, cozimento etc. –, e a prática moderna. A diferença entre elas reside fundamentalmente no papel que a ciência assume em cada uma. No primeiro caso, tem-se a aplicação de um certo saber-cómo, construído pelo acúmulo e transmissão de experiências concretas, e que não pressupõe ou é suportado pelo saber-por-que tais procedimentos concretos são eficazes. Trata-se, assim, do emprego adequado de certas habilidades práticas que permitem a realização de alguma atividade de modo fácil e eficiente (cf. Agazzi, 1998, p. 80-1).

Já na prática técnica moderna, aquela que é realizada por – e que demanda! – os modernos engenheiros, está presente uma dimensão científica ou teórica a fundamentar o saber-cómo de que se faz uso. Ela seria, nesse sentido, uma “operação eficiente [...] consciente das razões de sua eficácia e [...] baseada nelas; ou seja, [uma] operação [que] é suportada [*nourished*] pela sua fundamentação no conhecimento teórico” (Agazzi, 1998, p. 81). É precisamente por demandar tal fundamentação teórica que essa prática técnica requer um profissional instruído na ciência, não podendo, nesses termos, ser realizada por alguém sem esse treino (como, na média, é o caso dos artesãos).

No capítulo três, apresentaremos algumas disputas travadas por representantes da nascente ciência moderna com artesãos e engenheiros da época, e que estarão na base de um processo de progressivo expurgo, da produção técnica, de tudo aquilo que não fosse passível de enunciação científica ou de ser construído de acordo com o método próprio da ciência. Chegar-se-á, por essas vias, ao ideal de engenharia como ciência aplicada (cf. Bunge, 1966), materializado em uma enorme cientifização – tanto do conhecimento produzido por essa atividade quanto dos procedimentos dela –, contra a qual advertirão fortemente autores como Simon (1981) e Ferguson (1992). Essa cientifização, no entanto, não é o horizonte do qual deva necessariamente se aproximar a prática técnica moderna, à medida que ela se desenvolve. Com efeito, como se mostrará, por mais importante e relevante que passe a se tornar a ciência para a produção tecnológica, esta nunca terá como se reduzir à

---

nos sejam mais apreensíveis, encerrando-nos em um eterno e insuperável aprisionamento nesta clareira existencial (do enquadramento) (cf. Heidegger, 1977, p. 28; Lovit, 1977, p. xiv-xvi, xxxv-vii).

ciência aplicada, sob pena de, ao tentar fazê-lo, deixar de ser engenharia, isto é, deixar de ser prática e regime de produção e distribuição de conhecimento (prático/poiético) que busca construir coisas (ou processos) que funcionem.

Agazzi (1998), de quem se valeu acima para definir essas duas formas de técnica, chama à prática pré-moderna de técnica e à moderna de tecnologia. Essa ou qualquer outra diferenciação, entretanto, como já o dissemos, só estará sendo considerada neste texto, se for feita alguma menção explícita nesse sentido. Caso contrário, “técnica” e “tecnologia” estarão sendo tomadas como sinônimos idênticos, significando, de maneira geral, algo como uma solução – material ou imaterial – eficiente para algum fim específico que se haja assumido.

A conformação do tema desta pesquisa

A proposta inicial deste trabalho de doutorado era fundamentalmente analisar aquilo que Andrew Feenberg chama de democratização da tecnologia (ou do seu desenvolvimento), buscando refletir sobre os limites que tal democratização encerraria em si. A compreensão, nessa época (2013), era a de que, malgrado os diversos exemplos que Feenberg apresentava e sua atraente filosofia da tecnologia, o mundo real seguia dando provas de que essa maleabilidade toda da técnica consistia mais em exceções, não universalizáveis, do que na regra do desenvolvimento tecnológico, ou do que na média de um desenvolvimento técnico efetivamente possível.

Entendia-se que o limite da leitura dele era ao menos de três ordens. Em termos por assim dizer metafísicos ou ontológicos, ele subestimava o poder de agenciamento da tecnologia sobre o ser humano, ao modo como já o haviam denunciado autores como Heidegger e Ellul. Em termos epistemológicos, ele desconsiderava as restrições impostas à democratização pela ciência *mainstream*, ou, na nomenclatura de Lacey, a ciência que lança mão apenas de estratégias de seleção de teorias e restrição de dados que são descontextualizadoras. Em termos políticos, Feenberg estaria subestimando o poder do capitalismo (ou superestimando o poder de suas redes de interesse), vendendo como universalizáveis eventos

democratizantes pontuais que só teriam sido possíveis porque encontraram uma conjuntura atipicamente favorável e muito improvavelmente replicável.

Impunha-se, com isso, o desenvolvimento de uma reflexão tripla para aclarar esses pontos: ontológica, epistemológica e política. Uma reflexão que, nesses termos, tocava a singularidade do fenômeno técnico moderno em apenas dois dos quatro aspectos com que, nesta tese, o abordamos: sua natureza; e o modo como se deve – ou se pode – proceder politicamente, de sorte a democratizá-lo.

O terceiro aspecto, relativo ao perfil profissional necessário para um engenheiro capaz de produzir tecnologia democratizada, e que apontava para a necessidade de se refletir sobre a formação em engenharia, foi percebido ao final do primeiro ano do doutorado (2014). Ele surgiu a partir da constatação, em certo sentido óbvia, de que uma gama de projetos técnicos democratizados, aquela na qual os engenheiros buscam se pôr a serviço das demandas dos grupos mobilizados, pressuporia engenheiros minimamente capacitados tanto para escutar e compreender as pautas – e os valores – desses grupos, quanto para de alguma forma traduzi-los tecnicamente.

Já o quarto aspecto, relativo às características do conhecimento engenheiril não passível de ser reduzido a conhecimento científico, foi descoberto e passou a ser trabalhado no segundo ano de doutorado (2015), quando primeiro me debrucei de fato sobre a literatura que analisa essa questão. Contudo, foi apenas alguns meses antes do início da redação da versão final desta tese (2016) que percebi a singularidade (em relação ao restante do conhecimento engenheiril) daquilo que se chamou de arte da engenharia, e que traz reflexões importantes – e, até onde sei, originais – relativamente, por exemplo, a uma forma específica de (possivelmente) se incorporarem saberes populares à produção tecnológica.

Por fim, foi a partir do estudo das práticas de formação alternativas (ou complementares) em engenharia que se chegou à tecnologia social (2016). E isso alterou o objetivo e o tom originais das quatro análises ou leituras do fenômeno técnico que, por essa época, já se tinha claro serem necessárias (ontológica, política, epistemológica e formativa). Concretamente, tal reconfiguração significou que o trabalho que acabou por se desenvolver deu-se como objetivos: demonstrar a legitimidade técnica ou não da TS; evidenciar os desafios epistemológicos relacionados à produção de TS, assim como as condições e

possibilidades políticas de se lidar com eles; analisar iniciativas de formação que pudessem contribuir para a constituição de um engenheiro educador.

O produto final desses quatro anos de trabalho – esta tese – foi se construindo, então, a partir não apenas de um itinerário de pesquisa não exatamente linear, como de reflexões com tempos de amadurecimento diferentes. Dessa forma, o texto que o leitor tem em mãos não é, nem teria condição de sê-lo, a versão definitiva disso que, por fim, acabou se conformando ou delineando como nosso horizonte de estudo. Antes, esta tese, talvez também por conta dessa trajetória que se percorreu, ainda que se configure como um relato honesto e rigoroso dos resultados até agora alcançados, apresenta-se também como um projeto de pesquisa. E projeto que, à medida que for desenvolvido, pode não apenas adensar essa reflexão e tornar as hipóteses aqui apresentadas mais robustas e empiricamente corroboradas, como também modificar parte desses mesmos resultados.

1. O QUE É A TECNOLOGIA SOCIAL?

No Brasil, aquilo que se chama de tecnologia social (TS) é parte de um todo maior que compreende também a economia solidária e a extensão universitária tecnológica. Esses três componentes perfazem aquilo que vem sendo chamado de *campo de engenharia e desenvolvimento social* (EDS) (cf. Fraga *et al.*, 2017). De forma sintética, a economia solidária estaria associada a um modo particular de estruturar o trabalho e a produção, que demanda soluções técnicas específicas (tecnologia social), que, por sua vez, são providas ou desenvolvidas, em sua maior parte, por núcleos de extensão universitária tecnológica.

Esses três elementos ganharam força no país com políticas públicas desenvolvidas nos quatorze anos dos governos do Partido dos Trabalhadores (PT) na presidência da república (cf. Fraga *et al.*, 2017). Contudo, não obstante a grande sinergia e complementaridade dessas áreas e o seu desenvolvimento simultâneo, nenhuma delas se esgota na interseção com as outras duas. Por essa razão, e também de modo a se ter um objeto de estudo mais delimitado, vamos nos focar, neste trabalho, primordialmente na tecnologia social. Isso não significa, como ficará evidente ao longo das próximas páginas, que elementos da economia solidária e da extensão universitária estarão ausentes da nossa análise. Eles simplesmente não serão tomados como definidores ou demarcadores explícitos ou necessários da TS que estaremos discutindo.

Neste primeiro capítulo, a ideia é basicamente apresentar o nosso objeto de estudo, a tecnologia social. Trata-se, nesse sentido, de algo muito mais descritivo e ilustrativo, do que propriamente analítico ou filosófico. Será, não obstante, a partir do retrato aqui construído que poderemos, nos capítulos seguintes, haver-mo-nos tanto com questões ontológicas, epistemológicas e políticas relacionadas à produção de tecnologia social, quanto com alguns desafios que a formação em engenharia precisará enfrentar, de modo a poder conseguir capacitar os (futuros) engenheiros também para o desenvolvimento de um tal tipo de solução técnica.

Iniciaremos o capítulo apresentando três exemplos de TS, que serão descritos em termos mais ou menos sucintos. A partir deles, por um lado, elencaremos as cinco primeiras características demarcatórias desse tipo de solução técnica. Por outro lado, ademais, dado

que o termo “tecnologia social” é polissêmico, com tais exemplos, poderemos delinear claramente qual é o sentido que está sendo assumido para ele aqui³.

Na segunda parte do capítulo, e em diálogo com autores e entidades que promovem, e refletem sobre, a tecnologia social, apresentaremos a sexta característica dela, seus princípios balizadores e seus parâmetros. Além disso, e de modo a melhor caracterizá-la, distinguindo-a mais claramente das assim chamadas tecnologias convencionais, apresentaremos também os conceitos de reaplicação e de adequação sociotécnica.

Feito isso, na terceira parte, partiremos para os modos concretos de produção da TS, que demandam uma metodologia específica para o desenvolvimento da solução técnica, que, de sua parte, pressupõe um processo de educação popular. A partir disso, serão elencadas as características profissionais não técnicas de um engenheiro capaz de produzir TS, o engenheiro educador.

Apresentada em detalhe a tecnologia social, desenvolveremos, na quarta parte, uma breve história da técnica, que identifica na roca tradicional de Gandhi o precursor do assim chamado movimento da tecnologia apropriada, e, como uma derivação ou desenvolvimento mais ou menos recente deste, a tecnologia social.

Por fim, na quinta parte, apresentaremos uma síntese dos principais pontos desenvolvidos no capítulo.

1.1 Três exemplos concretos

Muitas são as iniciativas associadas à TS. Apenas no banco de tecnologias sociais da Fundação Banco do Brasil (FBB), havia 850 delas certificadas no final de 2016⁴. Entretanto,

---

³ Deve-se salientar que a opção por “tecnologia social” não é uma escolha livre do autor desta tese. O termo tem, na verdade, uma história de mais de uma década, sendo amplamente utilizado por autores e grupos que refletem sobre, e/ou atuam na, produção de tecnologias alternativas às tradicionais, como Renato Dagnino, Hermán Thomas, o Soltec (núcleo de extensão da UFRJ) e a Repos (Rede de Engenharia Popular Oswaldo Sevá), aos quais nos reportaremos reiteradas vezes ao longo desta tese. O termo, ademais, não tem a pretensão de negar o caráter social de todo artefato técnico. Ao contrário, ele é cunhado e amplamente utilizado justamente por vários dos principais autores e atores que, no Brasil, trabalham no sentido de, dentre outras coisas, evidenciar a falsidade dos mitos da neutralidade e da unilinearidade do desenvolvimento tecnológico. (Sobre as bases para a desconstrução de tais mitos, falaremos melhor no próximo capítulo.)

⁴ Cf. <http://tecnologiasocial.fbb.org.br/tecnologiasocial/principal.htm> (Acessado em 13/dez/2016)

nem tudo que se chama de TS hoje no Brasil está enquadrado naquilo que, nesta tese, estaremos entendendo por esse conceito. As iniciativas educacionais, por exemplo, que compõem parcela significativa do banco de TS da FBB, estariam em certa medida fora dessa caracterização. Assim, como passo prévio à conceituação desse tipo específico de solução técnica, apresentaremos, nesta primeira seção, três exemplos dela. Neles, suas características principais, e que singularizam a TS em face à tecnologia convencional (TC), serão destacadas. Dois desses casos – cooperativas de catadores e práticas agroecológicas populares em assentamentos do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) – são iniciativas brasileiras. O outro – um artefato desenvolvido junto a uma comunidade tradicional de bordadeiras, as *caladeras* – é colombiano.

A escolha desses casos não foi de todo arbitrária. As cooperativas de catadores, por exemplo, são uma realidade com que estive em contato de fevereiro de 2011 a janeiro de 2012, quando coordenei o Programa Reviravolta, do Centro Gaspar Garcia de Direitos Humanos, que atuava junto à população em situação de rua do centro da cidade de São Paulo. A proposta do programa era funcionar como um espaço de reinserção social produtiva para esse segmento da população, através de uma cooperativa-escola de coleta, triagem e venda de resíduos sólidos urbanos recicláveis. O programa, além disso, provia assistência administrativa a uma cooperativa de catadores que ele ajudou a construir (a Coopere-Centro) e fazia parte de uma rede dessas cooperativas em São Paulo.

Quanto às iniciativas agroecológicas ligadas ao MST, a certa proximidade e familiaridade com elas se origina principalmente da grande interação de membros do grupo de pesquisa ao qual estive ligado durante o doutorado com tal movimento. Hugh Lacey, por exemplo, que é parte desse grupo, e que é grandemente referenciado nesta tese, tem longo histórico não só de atuação junto ao MST, como de escritos sobre o tema da agroecologia.

Por fim, o caso das *caladeras* foi-me apresentado em um dos congressos de que participei no doutorado. A simplicidade da solução técnica construída e o grande cuidado com que esse processo de construção é narrado fizeram dele um exemplo bastante didático de TS.

Naquilo que se segue, cada um desses três casos é apresentado segundo seus principais traços gerais. Um maior detalhamento deles poderia ter sido positivo. Isso, no entanto, demandaria dados e aportes teóricos (da antropologia, por exemplo) que os teriam

tornado talvez inviáveis para esta tese. Por outro lado, ainda que funcionem mais como esboços do que como representações detalhadas das iniciativas em si, as descrições providas parecem suficientes para o fim que se pretende com elas, o de ilustrar algumas das características distintivas da tecnologia social⁵.

1.1.1 Cooperativas de catadores de material reciclável

As cooperativas de catadores de material reciclável no Brasil são empreendimentos tocados na maioria das vezes por grupos em alguma medida excluídos. Parte deles é formada por pessoas de baixa renda e pouca escolarização, que encontram na catação um meio de subsistência e de certa inserção social⁶. Outra parte, muito comum em grandes cidades, como São Paulo, é constituída por pessoas ainda mais marginalizadas e estigmatizadas, que, além da baixa escolarização e de não disporem de outra forma de subsistência econômica, apresentam também pelo menos uma dessas três condições (e, muitas vezes, duas delas ou as três): histórico de situação de rua, de dependência química ou de sofrimento mental⁷ (cf. Couto, 2012).

Por essa razão, três urgências no tocante ao trabalho, que parecem emergir quase que automaticamente do perfil deste segundo grupo, e que são via de regra demandadas pelos participantes dessas iniciativas, são: 1) atividade que proveja um mínimo de renda para assegurar a subsistência dos seus membros; 2) atividade que ajude a superar parte do

---

⁵ De todo modo, como se explicitará ao final do capítulo três, para as próximas etapas desta pesquisa, após o doutorado, pretende-se, dentre outras coisas, aumentar tanto a quantidade de iniciativas de TS inventariadas, quanto o detalhamento delas.

⁶ É o caso, por exemplo, dos empreendimentos assistidos pelo Projeto Profissão Catador, certificado pela Fundação Banco do Brasil (cf. <http://tecnologiasocial.fbb.org.br/tecnologiasocial/banco-de-tecnologias-sociais/pesquisar-tecnologias/detalhar-tecnologia-284.htm>) e da Cooperativa de Trabalho dos Recicladores de Penápolis (CORPE), também certificada pela FBB (<http://tecnologiasocial.fbb.org.br/tecnologiasocial/banco-de-tecnologias-sociais/pesquisar-tecnologias/o-uso-de-cooperativas-como-meio-de-integracao-social.htm>).

⁷ Sobre o perfil da população em situação de rua na cidade de São Paulo, que constitui, seja um público para o qual a coleta seletiva é oferecida como oportunidade de integração produtiva (cf., p.e., Projeto Reviravolta – <http://www.gaspargarcia.org.br/projeto/reviravolta-da-popula%C3%A7%C3%A3o-em-situa%C3%A7%C3%A3o-de-rua>), seja uma parcela significativa daqueles que se encontram, ao menos em São Paulo, atuando profissionalmente nessa área (cf. p.e., Coopamare – <https://coopamare.wordpress.com>), veja a seguinte pesquisa realizada pela FIPE para a prefeitura de São Paulo em 2010: http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/3_1275334714.pdf

estigma que o grupo possui, para além da sua condição de exclusão social e econômica; 3) atividade que proveja um mínimo de estrutura para a vida dos catadores, de modo a que eles possam se haver de forma menos autodestrutiva com as próprias existências.

Paralelamente a isso, em nível nacional, as mobilizações que buscam pautar políticas públicas e desenvolvimento tecnológico que respondam aos interesses dos catadores datam de pelo menos 1999, quando surge o Movimento Nacional dos Catadores de Material Reciclável (MNCR)⁸. Hoje, as principais demandas específicas do Movimento são⁹: autogestão e auto-organização das iniciativas locais; gestão integrada dos resíduos sólidos, com a participação ativa dos catadores em todas as etapas (coleta seletiva, triagem e beneficiamento final) e correspondente repasse financeiro pelo serviço por eles prestado à comunidade; e “solidariedade de classe” dos catadores entre si e com outros movimentos sociais e sindicais. Além disso, foi, por exemplo, do diálogo entre o MNCR e o governo federal que se conseguiu a regulamentação, em 2010, da lei 12.305, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos¹⁰.

Estudos indicam que as três urgências relativas ao trabalho não apenas podem ser viabilizadas tecnicamente, e em respeito aos princípios (ou visões de mundo) defendidos pelo MNCR, como podem trazer melhores resultados do que aqueles obtidos com soluções que não incorporam, seja a figura do catador, seja a sua expertise. Com efeito, conforme Rutkowski (2014), não é apenas que, em 2010, 90% de tudo o que se reciclava no Brasil fosse coletado e triado por catadores, mas que, agora em 2012, os custos da coleta feita por eles (em Londrina) fosse pelo menos cinco vezes menor do que o desse trabalho, quando realizado por empresas (em Belo Horizonte), além de ser bem mais efetivo, em termos de volume coletado¹¹. De igual modo, a incorporação de catadores à coleta dos resíduos sólidos urbanos em cidades como Natal e Itaúna (MG) teria implicado tanto em aumento do volume

---

⁸ Cf. <http://www.mnrc.org.br/sobre-o-mnrc/sua-historia> (acessado em 26/set/2016).

⁹ Cf. <http://www.mnrc.org.br/sobre-o-mnrc/principios-e-objetivos> (acessado em 26/set/2016).

¹⁰ Cf. <http://tecnologiasocial.fbb.org.br/reporter-social/artigos/artigo-catadores-de-materiais-reciclavéis-superando-a-pobreza-atraves-do-dialogo.htm>

¹¹ Parte da explicação do ganho de produtividade no trabalho feito pelos catadores fundar-se-ia na conscientização que eles acabam promovendo, em seu trabalho porta a porta, bem como na vinculação que estabelecem com as famílias que separam seu “lixo”, e que se sentem corresponsáveis pela sorte econômica deles.

de material coletado/processado nesses locais, quanto em diminuição da quantidade de rejeito, ou seja, do resíduo não reciclável que sobra ao fim do processo de triagem.

No geral, a base técnica das soluções desse tipo é usualmente simples, demandando a construção ou adaptação de maquinários específicos (relacionados, por exemplo, à triagem – como esteiras – e à coleta – como caminhões ou “carroças”) e o desenvolvimento de procedimentos (que vão da gestão do empreendimento às técnicas de manuseio do material, passando pela relação dos cooperados entre si, e deles com os diversos atores sociais com os quais estarão em contato). Além disso, busca-se sempre afastar qualquer solução que se assemelhe à automatização, sobretudo porque ela inevitavelmente se daria ao custo da exclusão de muitas pessoas do trabalho nessas cooperativas; pessoas que, no geral, além disso, dificilmente conseguiriam se incluir economicamente de outra forma (marcadamente, os catadores com histórico de situação de rua, dependência química e/ou sofrimento mental).

Evidencia-se, desse modo, não apenas a viabilidade tecnológica de soluções que incorporam as demandas e o conhecimento dos catadores, quanto a superioridade delas, quando comparadas com aquelas em que eles não são considerados. Para que isso pudesse ter tido lugar e obtido o êxito que se verificou em diversas partes do país, entretanto, os catadores tiveram que ser incorporados tanto ao processo de construção da solução técnica, quanto à execução dela. Com isso, em uma afortunada coincidência (que não é necessária ou obrigatória para a tecnologia social), a sociedade pôde desenvolver uma forma mais barata de lidar eficientemente com um problema seu (os resíduos recicláveis que ela produz), ao mesmo tempo em que os catadores conseguiram avanços no tocante à sua subsistência econômica e à sua inserção de forma mais digna na sociedade. Nesse processo, ademais, elementos inegociáveis ou importantes do modo de vida que eles querem ou que dão conta de levar foram adequadamente incorporados à solução técnica construída – as cooperativas –, que, além disso, respondeu ou implementou em algum grau os sonhos de mundo gestados nacionalmente pelo MNCR.

1.1.2 Práticas agroecológicas do MST

A agroecologia é “uma ciência que busca o entendimento do funcionamento de agroecossistemas complexos, bem como das diferentes interações presentes nestes, tendo como princípio a conservação e a ampliação da biodiversidade dos sistemas agrícolas como base para produzir autorregulação e, conseqüentemente, sustentabilidade” (Assis, 2006, p. 77). Ela surge nos anos 1970, começando a ser conhecida no Brasil na década seguinte (cf. Ribeiro, 2013). Enquanto prática ou tecnologia, a agroecologia representa uma forma de produção agrícola distinta do paradigma da revolução verde, e que vai sendo progressivamente assumida como resposta aos principais efeitos perversos desta forma de produção intensiva em insumos, maquinários e capital: degradação ambiental, concentração fundiária, expulsão dos camponeses para as cidades e insegurança alimentar (cf. Altieri, 2006).

A perspectiva agroecológica passa a ser assumida como horizonte buscado pelo Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) a partir de meados da década de 1990. Nela, o MST, em sua luta pela reforma agrária e por assegurar as condições de subsistência dos camponeses, encontra um modo de promover tal pauta, segundo a perspectiva coletivista, popular e empoderadora que desposa, incorporando, além disso, tanto os elementos da sustentabilidade e da soberania alimentar¹², quanto as especificidades de cada assentamento particular (cf. Barcellos, 2011).

Contudo, a agroecologia, enquanto solução técnica para a agricultura, não se restringe a empreendimentos populares, podendo ser implementada, por exemplo, na produção orgânica de larga escala (cf. Assis, 2006, p. 78-79).

Seja como for, em linhas gerais, pode-se dizer que

[a] agroecologia utiliza tipos de tecnologias que variam com as condições culturais, geográficas e ecológicas. O contexto é crucial, de modo que a

---

¹² De acordo com a Via Campesina, a soberania alimentar seria “[o] direito dos povos, comunidades e países de definir suas próprias políticas sobre a agricultura, o trabalho, a pesca, a alimentação e a terra que sejam ecologicamente, socialmente, economicamente e culturalmente adequados às suas circunstâncias específicas. Isso inclui o direito a se alimentar e produzir alimento, o que significa que todas as pessoas têm o direito a uma alimentação saudável, rica e culturalmente apropriada, assim como aos recursos de produção alimentar e à habilidade de sustentar a si mesmas e às suas sociedades” (Via Campesina *apud* Ribeiro, 2013, p. 1).

pesquisa científica em agroecologia precisa lançar mão de uma variedade de estratégias [...] que (dentre outras coisas) possam informar variantes a, e desenvolvimentos de, técnicas tradicionais (informadas por conhecimento local e, às vezes, indígena), como: rotação e diversificação de culturas; controle ecológico de pragas; plantações de policulturas, com diferentes variedades e espécies, e em arranjos apropriados; estrume verde; reciclagem de nutrientes; fertilizantes naturais de fontes localmente acessíveis; e seleção de sementes, nas colheitas, para os futuros plantios (Lacey, 2014a, p. 49).

Nesse sentido, toda solução agroecológica estará sempre associada à busca por uma relação (mais) harmoniosa com a natureza (a sustentabilidade) e, em maior ou menor escala, ao empoderamento (ou maior poder de barganha) dos agricultores, por conta do seu conhecimento próprio (cf. Toledo, 2016; Lacey, 2015). Além disso, por um lado, em função de ser um procedimento intensivo em mão de obra (cf. Assis, 2006, p. 79), a agroecologia responde também à demanda por mais emprego no campo. Por outro lado, dado que a transição para práticas agroecológicas requer, no geral, simplesmente mais informação e uma reorientação do trabalho do agricultor, e não a incorporação de insumos ou maquinários caros, sua adoção por grupos empobrecidos (como os assentados), que pode implicar em aumento de produção, não impõe barreiras econômicas (cf. Assis, 2006, p. 78-80).

No caso das soluções agroecológicas de empreendimentos como os assentamentos do MST, aspectos adicionais intervêm nessa construção, como uma (muito) maior valorização dos saberes tradicionais e a preservação de valores caros ao grupo, ou de elementos inegociáveis, para esse coletivo, do modo de vida que levam ou querem levar (como o coletivismo e a soberania alimentar). Ou seja, “sistemas de produção agroecológicos, ao integrarem princípios ecológicos, agronômicos e socioeconômicos, surgem como possibilidade concreta de implementação de um processo democrático de desenvolvimento rural sustentável a partir de uma ação local, no qual os agricultores tenham condições de assumir a posição de atores principais” (Assis, 2006, p. 86). E isso, no caso do MST, levará a soluções técnicas singulares, materializadas no arranjo sociotécnico específico de cada assentamento, como ilustrado, por exemplo, nos seis casos analisados em MST (2007).

Para além disso, o êxito social, ecológico e econômico de inúmeras iniciativas agroecológicas populares parece indicar não apenas a viabilidade dessa tecnologia, em face e em contraposição ao paradigma técnico hegemônico da revolução verde, como a

possibilidade de uma prática agrícola ecologicamente sustentável e socialmente libertadora¹³, ou, ao menos, democratizante.

Em síntese, então, as soluções agroecológicas populares respondem a demandas de grupos excluídos (assentados ou agricultores familiares) por maior produção, e fazem isso em profundo diálogo com os trabalhadores rurais e seus saberes tradicionais, e em respeito a valores e perspectivas de vida que eles têm. Disso e da necessidade de se haver com as condições ambientais específicas do local resulta que uma solução agroecológica será, em algum nível, sempre única. Tal singularidade, contudo, não é uma particularidade da agroecologia (popular), mas se faz presente também na tecnologia social que se apresentou antes, as cooperativas de catadores. De fato, ainda que com distinções talvez um pouco mais sutis, cada cooperativa será, em algum nível, uma solução única, quanto menos não seja, por conta das idiossincrasias daqueles que a constituem e que a conformam de um modo e não de outro.

1.1.3 *Caladeras* colombianas

Como terceiro e último exemplo de TS, será apresentado o caso do hardware e do software produzidos por Laura Cortés-Rico, a partir do trabalho de uma equipe interdisciplinar¹⁴, em colaboração com, e para, uma comunidade tradicional de artesãos da Colômbia, que produz uma forma típica de bordado, chamado *calado* (Rivera *et al.*, 2016). O artefato que se construiu, que podia reconhecer e arquivar digitalmente as estampas do *calado*, foi capaz de responder a duas demandas das *caladeras*: constituir um acervo dos diversos padrões confeccionados pela comunidade que fosse mais resistente e mais fácil de ser partilhado do que as versões tradicionais em papel; criar uma ferramenta que permitisse às *caladeras* identificar erros nos bordados que elas estivessem confeccionando.

---

¹³ Na acepção de Paulo Freire, que será melhor desenvolvida mais à frente.

¹⁴ A equipe era composta por um engenheiro mecânico, um engenheiro de computação e uma engenheira eletrônica (Laura), além de uma antropóloga e um cientista social.

Essa solução foi significativamente distinta daquela que imaginava Laura, quando ela se propôs esse trabalho. Para ela, de fato, a melhor contribuição técnica que poderia dar ao grupo seria algo que pudesse auxiliar as *caladeras* a progressivamente automatizarem seu trabalho manual. Isso era o que pensava Laura quando teve que conceber o projeto, que era a atividade final requerida por sua universidade para outorgar-lhe o título de mestre em engenharia de sistema de computadores. Quando, porém, Laura entrou em contato com o grupo de bordadeiras, nos períodos em que conviveu e trabalhou com elas, tanto ela quanto o grupo foram se apercebendo, seja dos problemas que a proposta inicial trazia consigo, seja das efetivas demandas do grupo que uma solução técnica, como as que Laura e sua equipe poderiam implementar, seria capaz de resolver.

A principal falha do projeto inicial consistia no fato de que, uma vez automatizada a produção do *calado*, as bordadeiras perderiam o domínio sobre essa produção, que lhes é assegurado pelo conhecimento que apenas elas possuem. De fato, a partir do momento em que o *calado* pudesse ser produzido por máquinas, nada asseguraria às *caladeras* que essa tecnologia não seria copiada por outros produtores, o que significaria a ruína econômica do grupo.

Por outro lado, desse mesmo processo colaborativo e dialógico de construção da solução técnica final, as *caladeras*, juntamente com Laura e a equipe que a acompanhava, foram se dando conta de fragilidades efetivas presentes na confecção do *calado*, e para as quais alguma implementação técnica poderia ser de real serventia. É assim que se chega à necessidade de se constituir a biblioteca virtual das diversas estampas que podem ser produzidas pelo grupo, e à questão de haver um meio seguro e rápido de ajudar as bordadeiras a identificarem erros no bordado que estão construindo.

A solução inicial de Laura desempoderava as *caladeras* e as expunha à possibilidade de não poderem mais viver da produção do *calado*. A solução final, pensada e construída conjuntamente, não apenas não traz consigo esses mesmos riscos, como, ao contrário, tanto reforça os laços de união do grupo (materializado na biblioteca virtual partilhada), quanto permite uma melhoria efetiva na produção do *calado*, *respeitando-se*, além disso, o modo próprio de produção dele (não automatizado), como essa comunidade de bordadeiras segue optando por manter. Modo de produção que, mais do que dizer apenas da forma como as *caladeras* executam sua atividade laboral e se inserem no mundo econômico, fala da maneira como elas vivem (sem, por exemplo, segregar a confecção do *calado* de outras

atividades cotidianas como cuidar dos filhos) e dos valores que elas assumem (como a valorização do trabalho manual e da vida comunitária).

É necessário ressaltar, por fim, a importância do processo de construção da solução que Laura acabará por implementar. Foi esse processo, que envolveu imersão na realidade do grupo ao qual ela buscava servir e confecção colaborativa e dialógica do projeto técnico, que permitiu não apenas a problematização da sua proposta inicial, como a percepção dos aspectos da produção que poderiam ser aprimorados tecnicamente, de modo a tornar a atividade profissional das *caladeras* melhor, ao mesmo tempo em que as fortalecia como grupo profissional e não punha em risco valores centrais do modo de vida delas.

1.1.4 Resumindo

Em suma, então, partindo-se desses três casos concretos, pode-se dizer, em uma primeira aproximação, que a tecnologia social apresenta cinco características fundamentais. Trata-se de uma solução: 1) elaborada com e para um grupo excluído ou marginalizado; 2) que é construída de forma dialogada com os atores locais e os seus saberes; 3) que responde a urgências/necessidades efetivas do grupo; 4) que, ao ser produzida e implementada, respeita os valores e os aspectos do modo de vida do grupo que são percebidos como inegociáveis por seus membros; 5) que é em alguma medida única (enquanto local e contextualizada), não podendo ser copiada tal e qual para outro contexto.

1.2 Características fundamentais da tecnologia social

Como veremos mais à frente, a tecnologia social se insere na história da técnica como um desdobramento de um movimento iniciado na década de 1920, por Gandhi, e que veio a ser chamado genericamente de tecnologia apropriada. Desde os seus primórdios, essa linha de desenvolvimento técnico está associada à busca por se transformar a vida dos segmentos

pobres e excluídos da sociedade. Ao longo de seu amadurecimento, contudo, foram sendo incorporadas a ela pautas como a do controle democrático sobre a técnica, da autogestão e do empoderamento de trabalhadores e usuários, que não dizem respeito apenas aos segmentos mais empobrecidos e marginalizados da sociedade. Dessa forma, poder-se-ia dizer, com Jesus & Costa (2013, p. 18), que o termo “tecnologia social”, quando identificado com esses três elementos, não se restringe a soluções populares.

Porém, seguindo os mesmos autores, no caso específico da América Latina, onde são enormes os desafios para a justiça social e a garantia das condições mínimas de subsistência digna para amplos setores da sociedade, o movimento de TS acabou se identificando com as pautas e as lutas populares (cf. Jesus & Costa, 2013). É essa vertente por assim dizer popular da TS que estaremos analisando em todo este trabalho, e que será chamada simplesmente “tecnologia social”.

Por outro lado, a conformação específica da TS no Brasil, naquilo que Fraga, Alvear e Cruz (2017) chamam campo de engenharia e desenvolvimento social, terá também, como se viu na introdução deste capítulo, forte influência de ao menos outros dois movimentos, o da economia solidária e o da extensão universitária. É dessa confluência, então, que vão sendo estabelecidos os critérios demarcatórios da TS, bem como seu marco analítico-conceitual. Na primeira seção desta segunda parte, vamos nos ater ao primeiro desses pontos, a caracterização mais detalhada da tecnologia social. Na seção seguinte, e de modo a aprofundar ou fundamentar aspectos centrais da tipificação da TS, desenvolveremos, em linhas gerais, os conceitos de reaplicação e de adequação sociotécnica.

1.2.1 Critérios demarcatórios

O Instituto de Tecnologia Social (ITS) define TS como um

conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida (ITS, 2004, p. 26).

Ou seja, para além das cinco características que destacamos anteriormente, há na TS, de modo geral, uma intenção transformadora da realidade. Uma transformação que passa

pela inclusão dos excluídos e pelo empoderamento efetivo deles na construção sociotécnica de um outro mundo possível¹⁵. Uma transformação que, nesses termos, seria, no jargão de Paulo Freire (cf. 1987 [1970], p. 27), radical, porque não conhecida *a priori* e porque construída dilogicamente com os excluídos.

Para tanto, a tecnologia social, em sua construção conjunta por técnicos e atores locais, deverá estar balizada por alguns princípios. São eles (ITS, 2004, p. 26):

- Aprendizagem e participação são processos que caminham juntos: aprender implica participação e envolvimento; e participar implica aprender;
- A transformação social implica compreender a realidade de maneira sistêmica: diversos elementos se combinam a partir de múltiplas relações para construir a realidade;
- A transformação social ocorre na medida em que há respeito às identidades locais: não é possível haver transformação, senão a partir das especificidades da realidade existente;
- Todo indivíduo é capaz de gerar conhecimento e aprender: a partir do momento em que está inserido em uma cultura e em contato com o mundo, todo indivíduo produz conhecimento e aprende a partir dessa interação.

Tais elementos demandarão uma metodologia específica para o desenvolvimento de TS e, por conta disso, também um conjunto específico de habilidades não técnicas dos engenheiros capacitados para produzi-la. Voltaremos a esses pontos na próxima seção. Para além deles, ademais, esses princípios apontam para alguns parâmetros que, ainda de acordo com o ITS, caracterizariam a tecnologia social (ITS, 2004, p. 28-30):

- Quanto à sua razão de ser: TS visa à solução de demandas sociais concretas, vividas e identificadas pela população;
- Em relação aos processos de tomada de decisão: formas democráticas de tomada de decisão, a partir de estratégias especialmente dirigidas à mobilização e à participação da população;
- Quanto ao papel da população: há participação, apropriação e aprendizagem por parte da população e de outros atores envolvidos; [...]

---

¹⁵ “Inclusão” e “outro mundo possível” não são propriamente sinônimos. Na verdade, a primeira pode mesmo excluir o segundo, sendo utilizada como forma de cooptação de segmentos populacionais por projetos que geram (algum nível de) injustiça ou assimetria social. Aqui, contudo, não é esse o sentido pretendido, mas o de uma inclusão que garanta as condições fundamentais de vida, e que é assegurada por algum grau de subversão do *status quo* sociotécnico.

- Em relação à construção de conhecimentos: há produção de novos conhecimentos a partir da prática;
- Quanto à sustentabilidade: visa à sustentabilidade econômica, social e ambiental;
- Em relação à ampliação de escala: gera aprendizagens que servem de referência para novas experiências; gera, permanentemente, as condições favoráveis que tornaram possível a elaboração das soluções, de forma a aperfeiçoá-las e multiplicá-las.

Os cinco primeiros pontos são praticamente meros desdobramentos dos quatro princípios balizadores da TS e já estão de certa forma incorporados nas seis características da TS previamente identificadas. O sexto aponta para a possibilidade de a TS, a despeito de seu caráter de solução técnica singular, poder ser reaplicada em outras partes. Voltaremos a este aspecto na sequência.

De todo modo, na medida em que TS se constrói não apenas em resposta a urgências e necessidades do grupo popular com o qual se trabalha, e em diálogo com os saberes de seus membros, mas também na interlocução com os valores e modos de vida assumidos pelo grupo, assim como com as mediações técnicas já existentes e o nível de expertise dos engenheiros que tomam parte na empreitada, alguns desses seis parâmetros podem não estar presentes, ou não estar em toda sua potencialidade, em diversos casos concretos de tecnologia social. É assim que, por exemplo, assentamentos agroecológicos do MST nos quais subsiste desigualdade de poder decisório entre homens e mulheres, ou cooperativas de catadores que fazem descarte inadequado de rejeito, ou iniciativas locais que não têm a pretensão de serem reaplicadas em outras partes (como no caso das *caladeras*), não deixam de ser TS, não obstante tais limitações ou características. Desse modo, esses parâmetros apontam mais um horizonte, do qual mais nos aproximamos tanto mais nos mantemos fiéis aos quatro princípios balizadores, do que algo que se possa esperar encontrar plenamente desenvolvido em toda iniciativa de TS.

Com isso, pode-se dizer que, de maneira geral, a tecnologia social implica ou aponta para, dentre outras coisas: compromisso com a transformação social; criação de um espaço de descoberta de demandas e necessidades sociais; acessibilidade e apropriação das tecnologias; processo pedagógico para todos os envolvidos; diálogo entre diferentes saberes; difusão e ação educativa; processos participativos de planejamento, acompanhamento e avaliação; construção cidadã do processo democrático (cf. ITS, 2007, p. 30-40).

1.2.2 Reaplicação e adequação sociotécnica

O grande paradigma em relação ao qual a tecnologia social busca se distinguir é o da assim chamada tecnologia convencional (TC), que é a tecnologia padrão de que dispomos. Trata-se, no caso da TC, de uma solução técnica que, via de regra, segue os ditames da tecnocracia capitalista, seja porque não foi construída de forma dialógica com usuários, operadores e/ou demais pessoas que estarão sujeitas a elas ou sofrerão seus efeitos, seja porque não responde a efetivas necessidades e urgências do grupo, seja, por fim, porque almeja fundamentalmente gerar lucro para seu produtor e/ou aumentar o poder de controle daqueles que a detêm, estando pouco ou nada comprometida com a sustentabilidade ambiental ou social do meio em que será inserida.

A tecnologia convencional, como é o caso da revolução verde e dos incineradores de resíduos sólidos recicláveis, não se adapta ou se adequa às condições sociais e ambientais em que é introduzida, de modo a, dentre outras coisas, impactá-las negativamente o mínimo possível. Ao contrário, para que funcione adequadamente, ela demanda que o meio natural e social se reestruturam naquilo que for necessário, de modo a se adaptarem a ela e às suas condições específicas de operação. Assim, para um cultivo “moderno” qualquer, não é apenas o solo que terá que ser manipulado, receber fertilizantes e agrotóxicos etc., de modo a viabilizar e a maximizar a produção do tipo de semente que os técnicos da indústria apresentam como a melhor ou a mais apropriada de ser cultivada. Paralelamente a isso, tanto o conhecimento tradicional dos camponeses será usualmente desconsiderado (o que impacta na autonomia deles, desempoderando-os¹⁶), quanto a organização social do campo tenderá a ser afetada, por exemplo, pelo processo de mecanização e de concentração fundiária (calcada nos altos custos iniciais da transição de uma agricultura mais tradicional para uma mecanizada), que, dentre outras coisas, vão expulsar grandes contingentes de agricultores para as cidades e vão atrelar progressivamente a produção agrária ao *agrobusiness* e à sua lógica.

---

¹⁶ Trata-se aqui de algo semelhante ao que acontece com o operário, mero operador de máquinas facilmente substituível, que tem muito menos poder de barganha e autonomia, diante do empregador/contratante, do que possui/possuía o artesão, detentor de um conhecimento que poucos possuem.

Assim, pode-se dizer que a tecnologia convencional conforma o mundo a si (ou, de forma mais apropriada, aos valores que a conformam, como se verá no próximo capítulo). E porque isso é deliberadamente buscado, ou é assumido como bom ou inevitável, a TC pode ser simplesmente *replicada*, isto é, transplantada ou inserida em qualquer parte, sem maiores preocupações de ser adaptada às condições específicas do local e do grupo no qual tal replicação será feita.

De sua parte, como se viu, a tecnologia social busca exatamente o contrário. Não obstante, por mais que as soluções encontradas sejam, em algum nível, únicas, algo semelhante a uma dessas soluções únicas pode ser igualmente útil para outros grupos. Para tanto, basta usualmente que se proceda a um processo de adaptação. Esse processo, que conforma uma TS existente às singularidades do novo grupo e do novo espaço em que ela será introduzida, é chamado de *reaplicação* (cf. Dagnino *et al.*, 2004, p. 19; Thomas, 2009, p. 11-2; Jesus & Costa, 2014, p. 22).

É possível, além disso, adaptar-se também a tecnologia convencional a empreendimentos de TS. É o que Dagnino e outros (2004) chamam de adequação sociotécnica. A rigor, esse processo não busca nada mais do que a produção de soluções técnicas que se adequem aos valores e à estruturação social almejados pelo grupo. Nesse sentido, a reaplicação de uma TS já existente ou o desenvolvimento de tecnologia que responda a necessidades de grupos não excluídos (a tecnologia social no sentido amplo de que se falava no início desta segunda parte) também seriam exemplos de adequação sociotécnica.

De todo modo, quando analisada segundo o contexto do trabalho e na perspectiva da economia solidária, e quando assumida em relação à TC, a adequação sociotécnica se daria em basicamente sete modalidades (Dagnino *et al.*, 2004, p. 40-1):

USO: o simples uso da tecnologia (máquinas, equipamentos, formas de organização do processo de trabalho etc.) antes empregada (no caso de cooperativas que sucederam a empresas falidas), ou a adoção de TC, com a condição de que se altere a forma como se reparte o excedente gerado, é percebido como suficiente;

APROPRIAÇÃO: concebida como um processo que tem como condição a propriedade coletiva dos meios de produção (máquinas, equipamentos), implica uma ampliação do conhecimento, por parte do trabalhador, dos aspectos produtivos (fases de produção, cadeia produtiva etc.), gerenciais e de concepção dos produtos e processos, sem que exista qualquer modificação no uso concreto que deles se faz;

REVITALIZAÇÃO OU REPOTENCIAMENTO DAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS: significa não só o aumento da vida útil das máquinas e equipamentos, mas também ajustes, recondicionamento e revitalização do maquinário. Supõe ainda a fertilização;

AJUSTE DO PROCESSO DE TRABALHO: implica a adaptação da organização do processo de trabalho à forma de propriedade coletiva dos meios de produção (preexistentes ou convencionais), o questionamento da divisão técnica do trabalho e a adoção progressiva do controle operário (autogestão);

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS: implica a percepção de que as modalidades anteriores, inclusive a do ajuste do processo de trabalho, não são suficientes para dar conta das demandas por adequação sociotécnica (AST) dos empreendimentos autogestionários, sendo necessário o emprego de tecnologias alternativas à convencional. A atividade decorrente desta modalidade é a busca e a seleção de tecnologias existentes;

INCORPORAÇÃO DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO EXISTENTE: resulta do esgotamento do processo sistemático de busca de tecnologias alternativas e na percepção de que é necessária a incorporação à produção de conhecimento científico-tecnológico existente (intangível, não embutido nos meios de produção), ou o desenvolvimento, a partir dele, de novos processos produtivos ou meios de produção, para satisfazer as demandas por AST. Atividades associadas a essa modalidade são processos de inovação de tipo incremental, isolados ou em conjunto com centros de pesquisa e desenvolvimento (P&D) ou universidades;

INCORPORAÇÃO DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO NOVO: resulta do esgotamento do processo de inovação incremental em função da inexistência de conhecimento suscetível de ser incorporado a processos ou meios de produção para atender às demandas por AST. Atividades associadas a essa modalidade são processos de inovação de tipo radical que tendem a demandar o concurso de centros de P&D ou universidades e que implicam a exploração da fronteira do conhecimento.

Com algum ajuste, parece possível que essas modalidades sejam aplicáveis em outros contextos ou dimensões sociais, como os da tecnologia social de saúde, transporte, acesso à água, educação etc., quando vistos (também) da perspectiva dos usuários. Com efeito, em todos esses casos, há tanto desafios ou urgências que permitem algum nível de equacionamento técnico, quanto condições de contorno que impõem algum grau de adaptação da tecnologia convencional, de modo a que ela possa caber na solução construída dialogicamente entre técnicos e atores locais.

Seja como for, o que importa reter aqui são fundamentalmente dois pontos que, decerto, são válidos para toda iniciativa de TS. De uma parte, a construção de uma tecnologia social, que se calca, seja na reaplicação ou adaptação de uma TS já existente, na

adequação de uma TC, na incorporação de tecnologia alternativa, no desenvolvimento de novas mediações técnicas a partir de conhecimento disponível, ou no desenvolvimento de conhecimento técnico-científico novo, é um processo dinâmico e singular que só pode “ser operacionalizado nas condições dadas pelo ambiente específico onde irá ocorrer, e cuja cena final depende dessas condições e da interação passível de ser lograda entre os atores envolvidos” (Dagnino *et al.*, 2004, p. 37). Ou seja, dentre outras coisas, tanto faz se é a comunidade que se adequa às condições impostas pela TC, ou se, ao contrário, é ela que, via TS, produz uma técnica que se adequa a si, sem essa compatibilização, a técnica não será apropriada pela comunidade, de modo que, ou ela não funcionará adequadamente (ou não dará os frutos que poderia dar), ou ela, cedo ou tarde, será simplesmente deixada de lado (cf. Thomas, 2009, p. 3-6, 21).

De outra parte, esse processo pode tanto se valer de mediações técnicas e/ou conhecimentos já existentes (via reaplicação ou adaptação de TS, adequação de TC, ou incorporação de tecnologia alternativa), quanto demandar e/ou implicar o desenvolvimento de mediações e/ou conhecimentos ainda não disponíveis.

1.3 Desenvolvendo tecnologia social

No caminho até aqui neste capítulo, iniciamos com três exemplos de tecnologia social, a partir dos quais derivamos as cinco primeiras características desse tipo de solução técnica: volta-se a grupos excluídos; constrói-se de forma dialógica com eles; responde a urgências/necessidades efetivas dessa comunidade; respeita os valores e os aspectos do modo de vida percebidos como inegociáveis pelos seus membros; é uma solução em alguma medida única, singular. Na sequência, e em diálogo com autores que analisam a TS, acrescentamos uma sexta característica – a pretensão de transformar a realidade social – e identificamos os princípios balizadores do seu desenvolvimento: a aprendizagem requerida para se produzir TS demanda participação [ou engajamento] de seus desenvolvedores; a transformação social pretendida pela TS pressupõe a compreensão da realidade de maneira sistêmica e o respeito às identidades locais; todos os atores envolvidos têm tanto a ensinar, quanto a aprender com esse processo. Tais princípios devem ser seguidos ou considerados,

seja no desenvolvimento da adequação sociotécnica de uma tecnologia social ou convencional existente, seja na incorporação de tecnologias alternativas, seja, por fim, no desenvolvimento de novas mediações técnicas, ou do conhecimento técnico-científico capaz de subsidiá-las.

Esse seria, então, o retrato disso que se está chamando neste trabalho de tecnologia social.

Cumpre-nos agora analisar tanto o modo como esse tipo de solução técnica pode vir a ser construído, quanto as habilidades que tal metodologia demanda de um engenheiro para que ele a possa desenvolver. Faremos isso ao longo desta terceira parte.

1.3.1 Pesquisa-ação

No Brasil, grupos de extensão tecnológica, como o Núcleo de Solidariedade Tecnológica (Soltec) da UFRJ e a Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares (ITCP) da Unicamp, cedo encontraram aquele que viria a ser o grande horizonte teórico de atuação dos coletivos envolvidos com o desenvolvimento de TS, a pesquisa-ação (cf. ITCP, 2009, p. 8; Addor & Alvear, 2015).

Nas palavras de Thiollent,

[...] pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (1986, p. 14).

A pesquisa-ação seria, nos termos de Comstock (2001), um exemplo de método crítico. Tais métodos estão, para ele, fundamentalmente relacionados à construção de uma teoria social crítica, cuja função é

aumentar a consciência dos atores sociais acerca das contraditórias condições de ação que estão distorcidas ou ocultas pela compreensão cotidiana. Ela se fundamenta no princípio de que todos os homens e mulheres são potencialmente agentes ativos na construção do seu mundo social e suas vidas pessoais: que eles podem ser sujeitos, e não objetos, dos processos sócio-históricos. O seu propósito é a prática autoconsciente que

liberta os seres humanos das concepções ideologicamente congeladas acerca do atual e do possível (Comstock, 2001, p. 2).

Para tanto, o método a ser adotado deve ter a seguinte forma:

[a] pesquisa social crítica começa nos problemas de vida de agentes sociais definidos e particulares que podem ser indivíduos, grupos ou classes que estão oprimidos e alienados dos processos sociais que eles mantêm ou criam, porém não controlam. Começando a partir dos problemas práticos da existência cotidiana, a pesquisa retorna àquela vida com o propósito de esclarecer seus sujeitos acerca de coações sociais não reconhecidas e de possíveis cursos de ação por meio dos quais eles poderiam libertar-se. Seu propósito é o autoconhecimento esclarecedor e a efetiva ação política. Seu método é o diálogo, e seu efeito é aumentar a autoconsciência dos seus sujeitos com respeito ao seu potencial coletivo como os agentes da história (Comstock, 2001, p. 8).

No caso da pesquisa-ação aplicada ao desenvolvimento de tecnologia social, o que se busca, evidentemente, não é o desenvolvimento de uma teoria social crítica. Contudo, de uma parte, almeja-se produzir a solução técnica que, ao responder às urgências do grupo, faça-o em diálogo com os saberes tradicionais que eles detêm e em máximo respeito possível aos valores e sonhos de mundo que possuem ou gestam. De outra, intenta-se ajudar o grupo local (assim como a equipe técnica) a crescer em conscientização, de sorte a superar mitos e ideologias que interditam a transformação social libertadora, sendo-se capaz, assim, de sonhar uma nova ordem sociotécnica e de se associar na tentativa de construí-la. Nesse sentido, então, parece evidente que um método crítico como a pesquisa-ação não só pode ser útil para se produzir TS, como, na verdade, é condição *sine qua non* para isso.

Em termos práticos, a pesquisa-ação encerra ou demanda seis aspectos ou condições principais (Thiollent, 1986, p. 16):

- a) há uma ampla e explícita interação entre pesquisadores e pessoas implicadas na situação investigada;
- b) dessa interação resulta a ordem de prioridade dos problemas a serem pesquisados e das soluções a serem encaminhadas sob a forma de ação concreta;
- c) o objeto de investigação não é constituído pelas pessoas e sim pela situação social e pelos problemas de diferentes naturezas encontrados nessa situação;
- d) o objetivo da pesquisa-ação consiste em resolver ou, pelo menos, em esclarecer os problemas da situação observada;
- e) há, durante o processo, um acompanhamento das decisões, das ações e de toda a atividade intencional dos atores da situação;

- f) a pesquisa não se limita a uma forma de ação (risco de ativismo): pretende-se aumentar o conhecimento dos pesquisadores e o conhecimento ou o "nível de consciência" das pessoas e grupos considerados.

Existe uma vertente da pesquisa-ação, utilizada nos países ditos desenvolvidos, que está associada à democratização do trabalho nas fábricas e ao aumento de eficiência produtiva que isso costuma acarretar. A outra vertente, muito forte na América Latina e em outros países em desenvolvimento, tem como foco os oprimidos e como meta a associação a eles na luta pela transformação da realidade (cf. Addor & Alvear, 2015, p. 121-3). Para esta última, o trabalho que se tenta desenvolver se pretende tanto acadêmico (sobretudo, quando ele é tocado por núcleos de extensão universitária), produzindo conhecimento formal, ao lado das soluções técnicas, quanto socialmente libertador, produzindo conscientização e empoderamento popular (cf. Thiollent, 1986, p. 17-9).

Apresentada em outros termos, a pesquisa-ação estaria fundada sobre três pares de conceitos (cf. Addor & Alvear, 2015, p. 130-6):

- **CONHECIMENTO E AÇÃO:** trata-se de uma pesquisa que não foca apenas na construção de conhecimento, mas que faz da necessidade por se transformar determinada realidade a matéria daquilo que será pesquisado, do saber (acadêmico/ científico) que será produzido;
- **PESQUISADOR E ATOR:** não existe uma hierarquia entre pesquisadores e atores (não pesquisadores), mas esses dois grupos contribuem, cada qual a partir do seu repertório, para a solução do problema que se quer superar. Trata-se, assim, de um sistema de trocas, no qual os pesquisadores precisam da adesão e participação dos atores. Nisso, os atores ganham também uma maior consciência crítica e um novo exercício de reflexão sobre o próprio cotidiano. Por outro lado, se não há abertura e adesão a essa proposta de ambos os lados – pesquisadores e atores locais – não se consegue produzir uma pesquisa-ação (ou metodologia participativa) efetiva;
- **CONHECIMENTO CIENTÍFICO E SABER POPULAR:** intervêm e são necessários tanto o conhecimento técnico-científico dos pesquisadores, quanto os saberes dos atores locais. Isso, que ficou explicitado nos três exemplos apresentados no início deste capítulo, tem duas perspectivas distintas e complementares. De uma parte,

é da conjugação daquilo que está positivamente estabelecido nesses dois campos epistêmicos que a melhor solução técnica possível para o grupo popular, com todas as suas especificidades e demandas, poderá emergir. De outra parte, é também do controle recíproco quanto a fragilidades epistêmicas do outro grupo (p.e., fragmentação e laboratorização do conhecimento formal, e ingenuidade e acriticidade do saber popular), que não apenas soluções menos interessantes (ou totalmente desinteressantes) poderão ser evitadas ou superadas, quanto um aumento de conscientização mútua poderá ser efetivamente garantido.

Para a sua aplicação, essa metodologia de pesquisa e atuação demanda várias fases, iniciando-se sempre com uma etapa exploratória, na qual se busca, de forma participativa, conhecer os usuários (com suas expectativas, suas urgências, suas crenças, suas perspectivas de solução do problema etc.), a realidade local (geográfica e social), o que existe publicado sobre a problemática que será trabalhada (revisões bibliográficas etc.), outros atores e/ou parceiros (instituições como ONGs, poder público etc.) e possíveis fontes financiadoras do projeto (quando aplicável) (cf. Thiollent, 1986, p. 48-50). Ao fim dessa etapa, pesquisadores e participantes estabelecem os objetivos principais da pesquisa, no que concerne aos problemas que serão considerados prioritários, ao campo de observação, aos atores e ao tipo de ação que estarão focalizados na pesquisa (cf. idem, p. 50).

Passa-se, assim, à etapa seguinte, a da realização propriamente dita da pesquisa:

A partir do momento em que os pesquisadores e os interessados na pesquisa [(associação de bairro, sindicato, comunidade ou grupo local)] estão de acordo sobre os objetivos e os problemas a serem examinados, começa a constituição dos grupos que irão conduzir a investigação e o conjunto do processo. A técnica principal, ao redor da qual as outras gravitam, é a do "seminário".

O seminário central reúne os principais membros da equipe de pesquisadores e membros significativos dos grupos implicados no problema em observação. O papel do seminário consiste em examinar, discutir e tomar decisões acerca do processo de investigação (Thiollent, 1986, p. 58).

Por fim, dado que se trata (também) de uma pesquisa acadêmica (principalmente quando desenvolvida por meio da extensão universitária), deve-se proceder à divulgação dos resultados alcançados. Isso deve ser feito tanto junto ao grupo local com o qual tal pesquisa foi construída, quanto em veículos científicos apropriados (cf. Thiollent, 1986, p. 71-2).

1.3.1.1 *Dois exemplos de pesquisa-ação no desenvolvimento de TS*

Um primeiro exemplo de aplicação da pesquisa-ação na construção de uma solução técnica social seria o projeto Pesquisa-Ação na Cadeia Produtiva da Pesca (Papesca), desenvolvido pelo Soltec/UFRJ na cidade de Macaé, litoral norte do estado do Rio de Janeiro (cf. Addor & Lianza (org.), 2015a, p. 75-161). O projeto surgiu em 2004, em resposta a demandas dos construtores artesanais de embarcações dessa região por melhores condições de trabalho e sustentabilidade econômica. A partir dessa solicitação, e de forma a “conhecer e tentar contribuir para a melhoria das condições de vida dos construtores artesanais de embarcações, bem como preservar a cultura técnica artesanal [desse grupo]” (Lianza *et al.*, 2015a, p. 75), o Soltec propôs um diagnóstico participativo dos principais entraves à atividade econômica desses trabalhadores, para que, a partir dele, fosse possível encontrar, de maneira coletiva, ações que pudessem ser adotadas para superá-los (cf. Lianza *et al.*, 2015a, p. 75-6).

As atividades da cadeia produtiva da pesca artesanal tradicional foram definidas como o foco do projeto, pois observamos que ela: tinha importância significativa na formação da cultura local; envolvia uma grande parcela da população [da cidade] (estima-se que, direta e indiretamente, em torno de 25%); era uma das atividades que sofreram maior impacto com o início da exploração do petróleo na região (Idem, p. 77).

A atuação do Soltec se deu basicamente no nível da gestão do processo de diagnóstico dos problemas que se gostaria de superar, definição de estratégias para se haver com os pontos diagnosticados e implementação das soluções aventadas. Concretamente, tal coisa se construiu segundo os seguintes passos (cf. Lianza *et al.*, 2015a, p. 79-89):

1. Ida inicial dos pesquisadores ao território em que a ação teria lugar, de modo a estabelecer vínculos com os seus habitantes, conhecer a realidade em que eles viviam e iniciar/aprofundar a articulação com outros atores locais relevantes (no caso, inicialmente, o então Núcleo de Pesquisa em Ecologia de Macaé, também vinculado à UFRJ);
2. A partir disso, e pautados em valores como “transparência, confiança, honestidade, respeito”, assim como em “princípios como a participação, o diálogo, a troca” (Idem, p. 79), o grupo de pesquisadores estruturou o processo

da primeira etapa do projeto, o diagnóstico participativo. Ela foi dividida em quatro fases: levantamento de dados secundários e identificação dos atores; entrevistas individuais; entrevistas coletivas; e reuniões gerais. Nesse processo,

foram conjugadas opiniões de trabalhadores da pesca e de especialistas, de locais e de pessoas de fora, [...] de secretários municipais [...] e de funcionários de ministérios. Esse mosaico de experiências dos participantes foi fundamental para que se construísse uma análise coletiva precisa e completa da situação [...], que dificilmente seria resultado de uma estratégia de pesquisa que não previsse a participação ampla e irrestrita (Lianza *et al.*, 2015b, p. 141).

3. Uma vez feito o diagnóstico, formulou-se coletivamente um programa de ação que pudesse fazer frente aos principais entraves identificados. “Esse programa foi denominado Projeto Pesquisa-Ação para o Desenvolvimento Sustentável da Cadeia Produtiva da Pesca em Macaé e era composto por três grandes programas: Preservação do Meio Ambiente e Pesca Responsável; Comércio Solidário e Crédito Popular; e Educação e Gestão Social.” (Lianza *et al.*, 2015a, p. 87);
4. Após a consolidação do plano de ação, foi criado um grupo de gestão – a Comissão Provisória de Gestão da Papesca –, composto por diversos atores dentre pescadores, instituições de ensino, iniciativa privada e poder público. A função desse grupo era zelar pela concretização dos projetos previstos.

Os resultados concretos dessa atuação do Soltec junto aos pescadores de Macaé foram múltiplos. Ela provocou a mobilização de diversos atores locais, que resultou na apresentação de pautas específicas para a pesquisa desenvolvida na região, e que redundou em resultados que foram reaplicados inclusive no entorno do município de Macaé. Além disso, a execução das diretrizes que produziram o plano de melhoria das condições de trabalho dos construtores artesanais de embarcação propiciou desde o despontar de uma iniciativa autogestionária no município, até o embasamento teórico de políticas públicas implantadas na atividade da pesca. Dentre estas, teríamos: a inclusão de um capítulo sobre a pesca no Plano Diretor do município; a elaboração de projeto para definir e implantar um polo de pesca na região; a incubação de um empreendimento econômico solidário; a pesquisa do monitoramento do embarque pesqueiro no cais do mercado de peixes da cidade; e a criação do programa interdisciplinar Relações Socioambientais, na Escola Municipal dos Pescadores de Macaé (cf. Lianza *et al.*, 2015a, p. 90-92).

Nem tudo, entretanto, foi sucesso na Papesca. Na verdade, analisando em retrospectiva o projeto, a equipe do Soltec identificou duas falhas principais nele (cf. *idem*, p. 93-4):

1. Por um lado, em nenhum momento ficou claro para os atores locais que a perspectiva dos pesquisadores da UFRJ era de contribuição temporalmente limitada, de dois anos. Isso gerou mágoa, perda de confiança, ressentimento. O erro foi não ter seguido uma das premissas básicas da pesquisa-ação, que é o acordo das partes envolvidas – no caso, Soltec e atores locais – com respeito a todas as condições da parceria, tais como duração, atribuições, disponibilidade (dos pesquisadores para o trabalho) etc.;
2. Por outro lado, a Comissão Provisória de Gestão da Papesca acabou, em boa medida, roubando dos atores locais o protagonismo na ação. A pesquisa-ação é baseada no compromisso e na busca, também por parte dos pesquisadores, de transformação da realidade. Contudo, o protagonismo a ser buscado (ou construído) deve ser sempre o dos atores locais.

Também em função dessas falhas, um dos desdobramentos desse projeto, que seria uma cooperativa de beneficiamento de pescado em Macaé, e que buscou ser implementada, a partir de 2006, via uma nova pesquisa-ação de caráter, agora, de incubação de empreendimento autogestionário, não prosperou. Um dos pontos que concorreram para esse insucesso foi justamente a ausência de protagonismo dos atores locais. Isso porque, quando se chegou ao ponto de se constituir o empreendimento solidário, não havia ainda grupo interessado ou que estivesse buscando fazer avançar essa proposta (cf. Addor *et al.*, 2015, p. 109). Por um lado, a criação de um empreendimento de beneficiamento do pescado era efetivamente uma demanda local, identificada no diagnóstico participativo desenvolvido no início da Papesca. Por outro, contudo, o ideário econômico solidário não estava exatamente lá, de modo que a autogestão não era um desejo claro e explícito desses trabalhadores nesse momento (cf. *idem*, p. 113).

*****

O segundo exemplo de pesquisa-ação, também retirado da atuação do Soltec/UFRJ, é o do projeto realizado junto à Cooperativa de Produção de Parafusos do Estado do Rio de Janeiro (Cooparj). A cooperativa surgiu em 1996, fundada por 44 trabalhadores, que

obtiveram, como indenização trabalhista, parte do maquinário da fábrica de parafusos Água, na qual trabalhavam previamente, e que havia falido. Em 2006, o Soltec foi convidado a assessorar a cooperativa, de modo a ajudá-los a aumentar a capacidade do seu processo produtivo. Ninguém, dentre os cooperados, tinha formação ou experiência em gestão, de sorte que ajudas nesse âmbito eram bastante importantes e necessárias (cf. Henriques & Frankel, 2015, p. 208-9).

Aceito o convite, deu-se início a um diagnóstico participativo junto aos cooperados da fábrica, baseado em entrevistas individuais com todos eles. Com o resultado desse diagnóstico, decidiu-se, em reunião geral com todos os cooperados e contratados da fábrica, elaborar um plano de negócios participativo, que tinha como objetivos: a capacitação dos cooperados para a autogestão; um diagnóstico mais aprofundado dos problemas da cooperativa; e o aumento do comprometimento e motivação dos trabalhadores. A preparação dessas atividades foi inicialmente tocada em parceria entre os cooperados, divididos em equipes, e o Soltec. Com o passar do tempo, contudo, a adesão dos cooperados às reuniões das equipes foi diminuindo. Assim, após uma reunião geral de avaliação do processo, ficou decidido que o Soltec não mais participaria desses encontros, sendo que as demandas de ajuda dos grupos deveriam ser comunicadas por escrito para o pessoal do núcleo. Com isso, buscava-se assegurar o indispensável protagonismo dos trabalhadores na gestão do seu empreendimento (cf. Henriques & Frankel, 2015, p. 209-10).

A assessoria do Soltec durou dois anos. Nesse tempo,

[f]oram elaborados um plano de negócios, uma ferramenta de controle de estoque, um sistema de vendas, um mapeamento de processos da fábrica, um minicurso sobre sistemas de produção e estudos sobre planejamento das instalações, tempos e movimentos e análise de vendas da Cooparj. Algumas propostas foram implantadas na cooperativa, trazendo ganhos importantes (Henriques & Frankel, 2015, p. 214).

No início de 2009, um ano após a fim da assessoria, a equipe do Soltec retornou à Cooparj para medir os impactos que a sua atuação junto aos cooperados havia produzido. Percebeu-se que o planejamento e o controle de produção da fábrica haviam melhorado bastante, o que redundou em maiores vendas e, conseqüentemente, maior retirada pelos cooperados. O setor de estoques havia dado passos, assim como, mesmo que mais timidamente, o setor de vendas. Contudo, a cooperativa ainda sofria com uma falta de

perspectivas mais claras de como se inserir no mercado (cf. Henriques & Frankel, 2015, p. 215).

Já em 2011, o cenário era outro. Em boa medida por conta do baixíssimo custo dos importados chineses, a cooperativa sofria para manter a folha de pagamento em dia. Por essa razão, vários de seus funcionários mais antigos acabaram saindo. Um grupo do CEFET de Nova Iguaçu iniciou, então, uma nova assessoria. Em 2013, a situação não havia melhorado, pelo contrário, e a cooperativa contava apenas com quinze trabalhadores (dos quais, onze eram cooperados). Isso levou o Soltec a se associar ao grupo do CEFET de Nova Iguaçu, de modo a buscar ajudar a cooperativa a encontrar soluções para os novos desafios com os quais ela está tendo que lidar (cf. Henriques & Frankel, 2015, p. 216).

1.3.1.2   *Considerações adicionais*

A pesquisa-ação, do modo como foi apresentada e exemplificada aqui, parece confirmar aquilo que se disse anteriormente, que ela (ou alguma metodologia participativa equivalente) não é apenas útil para o desenvolvimento de tecnologia social, mas, na verdade, indispensável nesse processo. Ou seja, mesmo quando o viés explicitamente acadêmico da construção de conhecimento formal não se faz presente, ou não se faz com tanta força, produzir TS demanda a adoção de algo como essa metodologia crítica. Com efeito, na medida em que toda tecnologia social é uma construção que requer diálogo com os atores locais, em suas especificidades, e com seus saberes e visões de mundo singulares, há – ou deveria inevitavelmente haver – tanto um processo de escuta e construção dialogada do diagnóstico da situação, quanto a elaboração, igualmente participativa, da solução técnica específica demandada por esse grupo. E esses dois aspectos – processo diagnóstico e construção da solução técnica dialógicos –, ao lado do engajamento dos técnicos com a transformação das condições de vida do grupo ao qual estão servindo, que são condição *sine qua non* da tecnologia social, comprazem justamente elementos centrais e distintivos da pesquisa-ação.

Adicionalmente a esses três pontos, TS e pesquisa-ação convergem em um quarto elemento fundamental para ambas, o aumento de conscientização de todos os envolvidos no processo – equipe técnica e atores locais –, e que é condição de possibilidade tanto para a transformação libertadora da realidade que se busca, quanto, inclusive, para o desenvolvimento da melhor solução técnica possível (como bem ilustra o caso das *caladeras*). No Brasil, esse ponto específico costuma ser desenvolvido através de propostas de educação popular, como preconizada por Paulo Freire. Analisaremos em detalhe essa dimensão da produção de TS mais à frente.

1.3.1.3 Equipe interdisciplinar

A tirar pelos dois exemplos de pesquisa-ação aplicada ao desenvolvimento de TS que acabamos de apresentar e pelos três casos de TS analisados no início do capítulo, se, por um lado, é possível perceber neles a incorporação de boa parte das considerações metodológicas pontuadas por Thiollent e Comstock, por outro, é forçoso admitir que a leitura de realidade e o tipo de intervenção pressupostos pelos dois não só não constituiu exatamente uma intenção da equipe envolvida, como supera (em muito) o treino profissional de um engenheiro. Tais constatações parecem indicar que o desenvolvimento de tecnologia social, por suas pretensões críticas e socialmente transformadoras, pressupõe idealmente o trabalho de uma equipe interdisciplinar.

No exemplo das *caladeras*, tal cuidado estava materializado na presença de uma antropóloga e de um cientista social, para além dos três engenheiros (cf. nota 14). Nos outros dois exemplos, esses dados não foram disponibilizados, até porque a constituição da equipe que construirá, juntamente com os participantes locais, a TS que se está buscando, tenderá a variar de um assentamento ou cooperativa para outro. No geral, entretanto, é comum que educadores e cientistas sociais, dentre outros profissionais, componham as equipes dos empreendimentos agroecológicos ligados ao MST. Nas cooperativas de catadores de cidades como São Paulo, em função da condição específica de seus membros, é comum que as equipes contem ao menos também com assistentes sociais.

Em núcleos de extensão universitária, como o Soltec/UFRJ e o ITCP/Unicamp, a própria constituição atual deles é interdisciplinar. No Soltec, por exemplo, ao final de 2016, entre equipe e colaboradores, havia onze engenheiros e onze não engenheiros (sendo duas sociólogas, três comunicadores, um oceanógrafo, dois economistas, uma administradora, um advogado e um profissional da saúde)¹⁷.

Por outro lado, entretanto, não é empiricamente correto afirmar que todas as iniciativas de TS contam com uma equipe interdisciplinar. O primeiro caso de pesquisa-ação apresentado anteriormente, o da Papesca, desenvolvido pelo Soltec/UFRJ, por exemplo, não contava com uma. Talvez não por coincidência, seus resultados ficaram aquém do que teria sido possível. De igual modo, mesmo em iniciativas atuais e absolutamente de vanguarda, como a Rede de Engenharia Popular Oswaldo Sevá (Repos), que busca uma atuação radicalmente transformadora e profundamente comprometida com os princípios da pesquisa-ação e da educação popular, a interdisciplinaridade está, ao menos por ora, ausente da equipe que a constitui¹⁸.

Nesse sentido, a questão aqui talvez seja similar àquela das características distintivas, segundo o ITS, da tecnologia social: temos mais um horizonte a ser buscado, do que propriamente uma realidade já presente, ou uma condição *sine qua non* para o desenvolvimento de TS (em conformidade com os parâmetros e as possibilidades atuais).

Seja como for, e por mais relevante que as equipes interdisciplinares sejam para se vir a produzir a melhor e mais efetiva TS possível para cada grupo e contexto específicos, a existência de profissionais de outras áreas nelas não significa uma terceirização da sensibilidade humana e social dos engenheiros para eles. Na verdade, ao contrário, os membros de outras áreas têm como uma de suas funções principais, ao lado da de colaborar, juntamente com os engenheiros, com o aumento de conscientização dos atores locais, a de ajudar aqueles a captarem e a mergulharem de forma mais profunda e precisa na realidade do grupo, de modo a serem capazes de desenvolver a mediação técnica que se almeja. Com efeito, na medida em que o movimento da TS assume que a transformação

---

¹⁷ Cf. <http://nides.ufrj.br/index.php/equipe> (Acessado em 20/dez/2016.)

¹⁸ Veja, por exemplo, os objetivos dela, explicitados em sua página de Internet: <https://repos.milharal.org/objetivos/> (Acessado em 20/dez/2016)

social que se busca passa por, e pressupõe, uma nova base tecnológica, o engenheiro, que é hoje o profissional mais apto para desenvolver tecnologia, tem, na equipe de especialistas, papel central nisso, ainda que não exclusivo¹⁹. Além disso, e o que é ainda mais importante para esse ponto, como veremos no próximo capítulo, principalmente na interlocução com Simondon, ou os engenheiros mergulham efetivamente na realidade do grupo com o qual estão trabalhando, ou eles serão incapazes de produzir TS de fato.

Ou seja, a equipe interdisciplinar operaria como um amplificador de habilidades e capacidades que, de todo modo, os engenheiros precisam possuir, em algum grau, em si mesmos. Por essa razão, e porque considerar, neste momento, toda a diversidade possível ou almejável de uma tal equipe não só não agregaria elementos relevantes, como tornaria a análise demasiadamente complexa, vamos nos focar, naquilo que se segue, apenas nos engenheiros e no perfil profissional que seria desejável para eles, de modo a serem capazes de produzir TS. No quarto capítulo, porém, a interdisciplinaridade da equipe técnica voltará a ser tematizada.

1.3.2 Educação popular

Tomados isoladamente como os únicos representantes da equipe técnica que construirá, juntamente com o grupo excluído, a tecnologia social que este demanda, os engenheiros precisam se haver com as duas vertentes dessa atuação. De uma parte, precisarão mergulhar em profundidade na realidade do grupo e, horizontal e dialogicamente, construir a solução técnica que melhor encarna as condições de contorno que este toma como fundamentais. De outra parte, eles também precisarão atuar junto ao grupo, de sorte a ajudá-los – e a serem por ele ajudados – a crescer em conscientização e a ousar sonhar outros mundos possíveis.

A rigor, essas duas vertentes constituem, no fundo, os dois lados de uma mesma moeda, não sendo de fato possível caminhar-se em uma, sem que se caminhe também na

---

¹⁹ Na medida em que usualmente lança mão de conhecimento de base científica, a produção técnica atual demanda profissional versado também nesse conhecimento. É o engenheiro. É por isso que esse profissional é normalmente imprescindível, mesmo que se esteja produzindo TS.

outra. De fato, retomando o caso das *caladeras*, a solução técnica final emerge à medida que Laura (a engenheira responsável) e o grupo local (as bordadeiras) crescem em consciência com relação tanto aos valores que o grupo descobre serem importantes de ser preservados, quanto às melhores formas de fazer isso, e que são distintas daquela propalada pela tecnocracia capitalista (que, no caso, iria na direção da automação da produção do *calado*).

É nesse sentido, aliás, que, na produção de TS, não se romantiza o saber popular, ou suas perspectivas de mundo. Porque, a rigor, o processo dessa construção deve ajudar ambos os grupos – técnicos e atores locais – a problematizar criticamente seus próprios valores e visões de mundo, permitindo-se, na síntese dialética possibilitada pelo diálogo de que falará Paulo Freire (veremos isso à frente), o surgimento de algo eventualmente novo; *radicalmente* novo.

Ainda que, por conta de ser anterior ao desenvolvimento dessas ideias, Paulo Freire não concebia a tecnologia como algo maleável (ou não a tematize como tal), capaz de incorporar valores distintos, emulando ou reforçando/suportando, com isso, ordenamentos sociotécnicos diferentes, ainda assim, ele entende que a atuação dos engenheiros junto a grupos populares pode ser tanto libertadora, quanto opressora. Tais ideias, ele as vai desenvolver sobretudo em *Extensão ou comunicação?*, originalmente publicado em espanhol, no ano de 1969. Nesse livro, Freire analisa a atuação dos engenheiros agrônomos em assentamentos de reforma agrária, realidade com a qual ele se encontrava em profundo contato no Chile, onde vivia exilado nesse tempo.

Sua perspectiva, nesses termos, não é tanto a de uma pesquisa-ação com vistas a se produzir tecnologia social, mas a de educação popular, em sua mirada libertadora de aumento de conscientização, de sonho por novos mundos possíveis e de eventual mobilização para construí-los.

Estamos convencidos de que, qualquer esforço de educação popular, esteja ou não associado a uma capacitação profissional, seja no campo agrícola ou no industrial urbano, deve ter, pelas razões até agora analisadas, um objetivo fundamental: através da problematização do homem-mundo ou do homem em suas relações com o mundo e com os homens, possibilitar que estes aprofundem sua tomada de consciência da realidade na qual e com a qual estão (Freire, 1983 [1969], p. 21).

Com isso, como se dizia, Freire não questiona exatamente a técnica, mas, sobretudo, o tipo de ordenamento social que se constrói a partir de um emprego ideológico dela.

Em última análise, a reforma agrária, como um processo global, não pode limitar-se à ação unilateral no domínio das técnicas de produção, de comercialização etc., mas, pelo contrário, deve unir esse esforço indispensável a outro igualmente imprescindível: o da transformação cultural, intencional, sistematizada, programada (Freire, 1983, p. 39).

Esse processo de educação popular ao qual os engenheiros são convidados, na sua relação com o povo pobre e marginalizado a que servem (como na assistência técnica rural), pressupõe inicialmente duas coisas. De uma parte, ele requer uma equipe interdisciplinar (sobre o que, como dito anteriormente, não falaremos por ora), de outra, ele demanda alguma formação dos engenheiros em áreas como antropologia e filosofia.

Falar a um tecnocrata da necessidade de sociólogos, de antropólogos, de psicólogos sociais, de pedagogos, no processo de reforma agrária, é algo que já provoca um olhar de desconfiança. Falar-lhe da necessidade de estudos na área da antropologia filosófica e da linguística já é então um escândalo que deve ser reprimido.

Na verdade, contudo, todos esses estudos são de uma importância básica para o êxito que se busca na reforma agrária (Freire, 1983, p. 39).

Munidos dessas habilidades, será possível aos engenheiros acederem a um conhecimento que é fundamental para a sua prática educativa popular, o conhecimento daquilo que Freire chama de conjunto saber-crença do grupo assistido. Trata-se aqui das compreensões de mundo desse coletivo, que proveem explicações causais para tudo o que existe, além de fornecer sentido para a existência de seus membros. No geral, tais sistemas são também constituídos por explicações mágicas ou ingênuas, muitas das quais operam como obstáculo para a libertação e autodeterminação do grupo. Além disso, por serem um todo orgânico, pode acontecer de, ao serem problematizados apenas em uma parte, virem a ser compensados em outra. Se, por exemplo, novas técnicas são introduzidas no cultivo, provocando o aumento da produção (e indicando que o camponês tem poder sobre sua produção econômica), mas certas concepções religiosas/mágicas que o grupo pode desposar não forem igualmente trabalhadas, esse aumento de produtividade pode muito bem ser visto como graça divina. Nesse caso, pouco do empoderamento buscado terá sido conseguido. Apenas se terá alcançado um aumento da produção, sem um aumento da consciência crítica desse grupo (cf. Freire, 1983, p. 21-2).

Assim é que vemos o trabalho do agrônomo-educador. Trabalho no qual deve buscar, em diálogo com os camponeses, conhecer a realidade para, com eles, melhor transformá-la. [...] Assim, por exemplo, a sementeira passa a ser apreendida, criticamente, como parte de uma realidade processual maior. E, por isso mesmo, em relação direta, não somente com

outros aspectos dessa realidade processual, mas também com fenômenos de ordem natural e cultural.

Assim é que a sementeira tanto está associada às condições da terra – boas ou más –, às condições meteorológicas, ao tempo determinado para realizá-la, ao estado – bom ou mau – das sementes, quanto às técnicas usadas e às crenças mágicas dos camponeses. Como também à posse da terra (Freire, 1983, p. 58-9).

O caminho para o crescimento de conscientização, ademais, funda-se preponderantemente no diálogo. É por meio dele que a educação popular pode acontecer, seja na viabilização de acesso ao sistema saber-crença já visto, seja na possibilidade de se construir o novo radical (cf. Freire, 1987, p. 23-8) que se busca. “Ser dialógico é não invadir, é não manipular, é não sloganizar. Ser dialógico é empenhar-se na transformação constante da realidade.” (Freire, 1983, p. 28) Com o diálogo, ademais, assegura-se aquilo que Freire chamará de síntese cultural, o passo dialético que emerge da confrontação da visão de mundo do técnico com a dos grupos oprimidos, e que constitui as etapas do processo de conscientização e subsequente libertação que se busca.

Isso tudo implica em que, na síntese cultural, se resolve – e somente nela – a contradição entre a visão do mundo da liderança e a do povo, com o enriquecimento de ambos.

A síntese cultural não nega as diferenças entre uma visão e outra, pelo contrário, se funda nelas. O que ela nega é a invasão de uma pela outra. O que ela afirma é o indiscutível aporte que uma dá à outra (Freire, 1987, p. 181).

É também por meio de uma postura radicalmente dialógica que se pode assegurar o protagonismo dos excluídos. Isso é fundamental porque a novidade que a educação popular tenta ajudar a construir é a da libertação e autodeterminação dos oprimidos, a superação do senhorio a que estão submetidos. Nesse sentido, pouca diferença faz se esse domínio é exercido pelo capitalista, ou se pelo engenheiro engajado ou a liderança comunitária, em todos os casos não há propriamente liberdade, por mais esclarecidos e bem intencionados que sejam os senhores (cf. Freire, 1987, p. 122, 165-7).

Por fim, deve-se sempre ter em conta que a transformação da ordem social, com vistas à, e a partir da, libertação dos oprimidos (e que, de *per se*, concorrerá para a libertação também dos opressores), não é algo que se alcança pela mera transformação acrítica, não refletida, das estruturas, a que os oprimidos são costumeiramente levados por muitas lideranças revolucionárias. Isso é ativismo. Para que a ação seja transformadora de

forma efetiva, isto é, para que ela seja, no jargão de Freire, práxis, é necessário que ela seja iluminada por, e produtora de, reflexão e consciência ou conscientização. É isso que, em último nível, pode efetivamente libertar o oprimido (das verdades e estruturas reificadas/naturalizadas), tornando-o capaz de ser coconstrutor do mundo. É essa dupla consciência – de que, por um lado, o mundo é construção nossa e, nisso, transformável e, por outro, de que não apenas somos todos capazes de incidir nessa transformação (via práxis), mas convocados a ela – que significa liberdade, e que é o grande objetivo a ser no fundo perseguido (cf. Freire, 1983, p. 33; 1987, p. 52, 122-3).

A educação popular mostra-se, dessa maneira, como um processo não apenas necessário para que se possa caminhar em direção à transformação social mais profunda intentada com o desenvolvimento de tecnologia social, mas como desdobramento e condição inevitáveis da aplicação de um método crítico, como a pesquisa-ação (cf. Comstock, 2001, p. 13-4). A rigor, nesse sentido, no processo de produção de TS não haveria duas coisas distintas, pesquisa-ação (ou alguma metodologia participativa equivalente) e educação popular. Elas, na verdade, constituiriam um todo uno, que pode ser desmembrado apenas analiticamente, mas nunca na prática.

1.3.3 Engenheiro educador

Um profissional de engenharia capaz da educação popular proposta por Freire seria, nos termos de Lais Fraga (2008), um engenheiro educador. Trata-se de um perfil que, com pequenos ajustes, é precisamente o mesmo daquele demandado para que, além de educação popular, esse engenheiro seja capaz de desenvolver também tecnologia social. Esse perfil ajustado compreende, de forma sintética, as seguintes habilidades não técnicas:

- EMPATIA e CAPACIDADE DE DIALOGAR, ou seja, de se dizer de forma clara e acessível, e de escutar o outro em profundidade. É isso que tornará o engenheiro capaz de conhecer o sistema de saber-crença do grupo com o qual está trabalhando, além de conseguir estabelecer uma comunicação horizontal e verdadeiramente de duas mãos com ele;

- **SENSO CRÍTICO.** Que será aquilo que, de um lado, tanto poderá fazer da ação técnica do engenheiro uma práxis engajada com a libertação (sua e dos demais), quanto permitirá que ele supere mitos como o da neutralidade da técnica e o da unilinearidade do seu desenvolvimento (permitindo conceber e implementar soluções técnicas alternativas). De outro lado, esse mesmo senso crítico, associado com a empatia, permitirá a ele não apenas enxergar no grupo com o qual trabalha pessoas capazes tanto de reflexão, consciência e práxis – habilidades cujo desenvolvimento, a partir disso, ele estimulará continuamente nos membros do grupo –, quanto, exatamente por essas potencialidades, (possíveis) sujeitos ativos dos seus próprios processos de libertação;
- **ABERTURA (E HUMILDADE) PARA APRENDER,** ou seja, consciência de que aquilo que se sabe será sempre insuficiente para a transformação social almejada, podendo vir a ser continuamente alargado tanto a partir da reflexão sobre os resultados que a sua prática no mundo produz, quanto pela tomada de consciência do saber próprio, ainda que ingênuo, dos marginalizados aos quais se busca servir.

Além dessas habilidades, alguma formação humanista deveria ser assegurada, no sentido de se proverem ferramentas conceituais e de se desenvolverem competências que tornem o futuro engenheiro apto para a realização de pesquisa-ação (ou metodologia participativa) e educação popular. Tal formação estaria, assim, associada a sólidas reflexões éticas e a análises críticas da realidade (cf. Riley, 2008, p. 108-14). Muitas disciplinas e programas CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) brasileiros buscam produzir precisamente esses frutos (cf. Auler & Delizoicov, 2015).

Com isso, teríamos um profissional potencialmente completo, capacitado para produzir tecnologia social, com todos os elementos distintivos dela. Um profissional, entretanto, que teria certamente muito a ganhar se, ao longo do processo de construção dessa TS, fosse acompanhado por uma equipe interdisciplinar que o ajudasse nas tarefas de escuta e compreensão dos atores locais e da realidade em que eles vivem, assim como na da construção dialogada da solução sociotécnica almejada.

1.4 A história da tecnologia social e da engenharia engajada

Tendo apresentado todos os principais aspectos da tecnologia social que nos serão importantes ao longo desta tese, cumpre-nos, por fim, oferecer alguns elementos da história da técnica que nos ajudem a compreender como a TS pôde surgir. A opção por se deixar esta seção para o final, ao invés de pô-la no início, como parece ser o mais intuitivo de fazer, deveu-se ao fato de que nos parecia mais interessante oferecer primeiro ao leitor uma caracterização minimamente sólida e detalhada da TS, de sorte a que ele, ao se deparar com a história recente da técnica que nos conduziu a ela, tivesse mais elementos tanto para distingui-la em relação a tudo o que a precedeu, quanto para identificar traços tecnológicos que permaneceram ou que foram sendo eliminados ao longo desse processo de desenvolvimento.

O movimento que nos permite chegar hoje no Brasil à TS tem sua gênese naquilo que ficou conhecido como tecnologia apropriada. A origem dele é associada a Mahatma Gandhi, que, na década de 1920, encabeçou uma mobilização na Índia que visava à popularização da fiação manual com uma roca tradicional, chamada Charkha (cf. Dagnino *et al.*, 2004, p. 5). Gandhi buscava, com isso, não apenas fazer frente ao controle britânico sobre sua então colônia, e que se materializava também no controle da indústria têxtil local, como conscientizar política e socialmente seus concidadãos contra o domínio inglês e contra o sistema de castas, congregando-os e irmanando-os na luta por uma vida melhor e mais justa para todos. A fiação manual com a Charkha, ademais, viria a assegurar ocupação a milhões de indianos envolvidos na cadeia produtiva dos tecidos, algo altamente interessante em uma região tão populosa e pobre, como era a Índia de então.

Não foi Gandhi, entretanto, quem cunhou o termo “tecnologia apropriada”. Esse conceito foi elaborado décadas depois, por Ernst Schumacher, em seu livro *Small is beautiful*, de 1973. Será a partir dessa obra e na esteira dos movimentos de contracultura que marcam os países centrais na década de 1970, que o movimento de tecnologia apropriada irá florescer na Europa e na América do Norte (cf. Nieusma & Riley, 2010, p. 32-3).

O grande espaço de materialização da tecnologia apropriada (TA) será, contudo, o Terceiro Mundo. Será para as margens excluídas e empobrecidas do sistema que

fundamentalmente se destinará esse tipo de solução tecnológica. O objetivo dela era o de responder a problemáticas de desenvolvimento comunitário, geração de serviço e alternativas técnico-produtivas em contextos socioeconômicos de extrema pobreza (cf. Thomas, 2009, p. 1). Exemplos desse tipo de tecnologia foram os biodigestores indianos (que produziam gás para uso no cozimento de alimentos a partir da decomposição de matéria orgânica produzida pela família ou comunidade) (cf. *idem*, p. 5-6), alguns sistemas energéticos de baixo custo (baseados em energia solar e eólica), técnicas de construção de casas populares (que, dentre outras coisas, lançavam mão das matérias-primas abundantes na região) e sistemas de cultivo agroecológicos (cf. Thomas, 2009, p. 1).

A TA, nesses termos, será vista tanto como uma reação aos efeitos nefastos da transplantação da tecnologia dos países centrais para os países periféricos (cf. Nieuwma & Riley, 2010, p. 32-3), quanto como superação técnica de problemas associados ao subdesenvolvimento (cf. Thomas, 2009, p. 6-12). Com efeito,

[e]m função de suas características de maior intensidade de mão de obra, uso intensivo de insumos naturais, simplicidade de implantação e manutenção, respeito à cultura e à capacitação locais etc., a TA seria capaz de evitar os prejuízos sociais (e ambientais) derivados da adoção das TCs [(tecnologias convencionais)] e, adicionalmente, diminuir a dependência em relação aos fornecedores usuais de tecnologia para os países periféricos (Dagnino *et al.*, 2004, p. 9).

Geograficamente, a tecnologia apropriada ganha força primeiro na Índia e na China (décadas de 1940 e 1950), passando a se expandir para outros países periféricos logo em seguida (década de 1960) (cf. Thomas, 2009, p. 1, 6). Em sua trajetória até a década de 1980, quando ela entrará em estágio de vida quase latente, desaparecendo de boa parte do mundo, à exceção quase que apenas de Índia e China, a TA e a reflexão sobre ela passarão por algumas fases e encontrarão uma significativa diversidade de linhas (cf. Thomas, 2009, p. 6-12).

1.4.1 Anos 1960-1980: difusão, apogeu e eclipse da tecnologia apropriada

Seguindo de perto a análise de Thomas (2009), as principais etapas do movimento da tecnologia apropriada e da reflexão sobre ela, até o seu quase ocaso na década de 1980, podem ser sintetizadas da seguinte forma:

AUTORITÁRIA *versus* DEMOCRÁTICA. As primeiras conceituações de TA surgiram em decorrência do artigo *Authoritarian and Democratic Technics*, de Mumford, publicado em 1964 (cf. Thomas, 2009, p. 6-7). Elas foram construídas a partir da oposição que ele estabelece entre, de um lado, tecnologia de grande escala, que sobrepuja tanto os limites de atuação humanos (e de demais espécies animais por nós utilizadas), quanto a nossa capacidade de controlá-la, demandando, assim, um controle praticamente autorreferenciado, centralizado e autoritário (a perspectiva da realeza), e, de outro, a tecnologia de pequena escala, baseada em uma direção comunitária ativa e em um uso discreto dos recursos naturais, sendo assim desenvolvida em respeito aos valores e visões do grupo (a perspectiva democrática) (cf. Mumford, 1964). Haveria, dessa forma, um determinismo no desenvolvimento tecnológico, que atrelava as tecnologias de grande escala à centralização e subsequente autoritarismo no seu desenvolvimento e operação, e as de pequena escala à possível descentralização e, com isso, a uma democratização potencial do seu uso e da sua construção.

TECNOLOGIAS APROPRIADAS (FASE I). As tecnologias apropriadas como tal surgem ao longo da década de 1960. Os primeiros enfoques teóricos enfatizavam a necessidade de produzir tecnologia em pequena escala (familiar ou comunitária), o uso de tecnologias maduras, a baixa complexidade, o baixo conteúdo científico e tecnológico, o baixo custo por unidade de produção, o escasso consumo energético e o uso intensivo de mão de obra. Seriam soluções técnicas que não se destinavam à produção para a comercialização (mas para o consumo familiar e/ou comunitário); que seriam não alienantes, ou, nos termos de Mumford, seriam democráticas; e que, pelo pequeno impacto ambiental, seriam ecológicas. Fazem parte dessa fase as tecnologias já citadas do biodigestor, dos sistemas energéticos de baixo custo, de construção de casas populares e de produção agroecológica. Tal movimento conduziu a uma reflexão crítica sobre a seleção de tecnologias, em uma perspectiva focalizada na comunidade de indivíduos. Na prática, entretanto, muitas das implementações

de tecnologia apropriada foram experiências paternalistas, desenvolvidas por tecnólogos dos países centrais, a partir de tecnologias maduras lá, e que, por meio dessa transferência, visavam à solução de problemas pontuais nos países pobres (cf. Thomas, 2009, p. 7).

TECNOLOGIAS INTERMEDIÁRIAS. As tecnologias intermediárias são aparentadas das tecnologias apropriadas, só que de média escala e tendo como horizonte a busca por resolver os problemas de desemprego e de falta de bens e serviços nos países pobres. Elas também não são intensivas de conhecimento, fazendo uso de tecnologias maduras, transferidas, via *downsizing*, a partir das economias centrais (cf. Thomas, 2009, p. 7-8; Schumacher, 1974). Um dos campos prioritários de atuação da tecnologia intermediária foi o da construção civil, posto que, além de ser ela uma área intensiva de mão de obra (boa parte da qual sem necessidade de grandes qualificações profissionais), é tanto um setor fundamental para o desenvolvimento da infraestrutura do país, quanto um campo tecnologicamente acessível, no geral, para os países em desenvolvimento (cf. Schumacher, 1974, p. 135-6). Outras áreas de produção de tecnologia intermediária foram a de projetos hidráulicos voltados à busca por se garantir acesso de populações pobres à água potável o ano inteiro (como a construção de barragens, dutos e afins) e a de desenvolvimento de ferramental agrícola, que, associadas, assegurariam melhores condições para o trabalho no campo e a produção agrícola (cf. idem, p. 137-9). Por fim, pequenas indústrias que respeitavam as possibilidades técnicas locais e a disponibilidade de insumos na região foram igualmente instaladas (cf. idem, p. 139-40). Seja como for, a estratégia adotada pela tecnologia intermediária, fortemente tributária do aporte de tecnologias e conhecimentos desenvolvidos nos países centrais (cf. Schumacher, 1974, p. 134-5), acabou por inibir inovações locais do tipo que a TS busca, e que se calca, como vimos, no diálogo com os saberes tradicionais detidos pelo grupo (cf. Thomas, 2008, p. 8).

TECNOLOGIAS APROPRIADAS (FASE II). Ao longo da década de 1970, surgem novas análises da tecnologia apropriada que, ao buscarem abarcar não apenas as melhores soluções técnicas para os países subdesenvolvidos, como também as mais adequadas para as economias desenvolvidas, abandonam o tom ético-filosófico original, da justiça social (ou caridade), migrando para a perspectiva da eficiência, mais tributária da engenharia e da economia. Nesse sentido, uma tecnologia apropriada seria aquela que melhor se adequasse às especificidades locais, que poderiam ser, por exemplo, maior disponibilidade de capital

(países centrais) ou de mão de obra (países periféricos). Com esse movimento, supera-se, no âmbito da reflexão, o determinismo iniciado por Mumford. Além disso, ao incluir as soluções técnicas para os países centrais, a reflexão sobre o desenvolvimento tecnológico apropriado se torna mais integradora. Por essa época, ademais, as considerações sobre TA ultrapassam as fronteiras da comunidade especializada – e marginal – em que elas se desenvolveram até então, passando a ser tomadas para o delineamento de políticas públicas e de intervenções de organismos internacionais. Contudo, em função da forte carga utilitária/instrumentalista trazida com a entronização da eficiência, e das restrições conceituais ainda presentes nessa análise (que não dava conta, por exemplo, de incorporar as perspectivas e os saberes tradicionais/populares, ou de questionar o dogma da neutralidade da tecnologia), não está claro se essa nova fase da reflexão sobre a TA contribuiu para a diminuição ou se para a cristalização das diferenças sociais que ela buscava superar (cf. Thomas, 2009, p. 8).

Seguiu-se a esta última fase um eclipse quase total do desenvolvimento de tecnologia apropriada, que se estendeu da década de 1980 até meados da década de 1990. Tal fenômeno teve duas causas principais. Em termos geopolíticos, esse período foi marcado pela emergência e consolidação do neoliberalismo. E tal perspectiva político-econômica, com sua pouca simpatia à ideia de projeto (sociotécnico) e com sua sacralização da tecnologia convencional (e da tecnocracia), impediu as bases mesmas de algo como a tecnologia apropriada (cf. Dagnino *et al.*, 2004, p. 15-6). Isso se materializará, por exemplo, na grande diminuição de financiamento de projetos de TA por agências internacionais (cf. Thomas, 2009, p. 9).

De outra parte, o movimento vergou também como consequência de diversos questionamentos internos, que davam conta:

- de um uso acrítico da racionalidade que presidia ao desenvolvimento das tecnologias convencionais no desenvolvimento de TA, ou seja, de uma perspectiva de desenvolvimento técnico neutro e unilinear (cf. Thomas, 2009, p. 9; Dagnino *et al.*, 2004, p. 11-2);
- de que se assumia que desenvolvimento social só seria possível a partir de, ou em decorrência do, desenvolvimento tecnológico (seguido pelos países centrais) (cf. Dagnino *et al.*, 2004, p. 12-3);
- de que a TA era, na maioria das vezes, mais expressão do peso de consciência dos países centrais (que a desenvolviam ou financiavam), do que caminho

para mudar o quadro de opressão/dominação dos países pobres pelos ricos (cf. Dagnino *et al.*, 2004, p. 13; Rodrigues & Barbieri, 2008, p. 1074); e

- de que a TA (quando aplicada aos países periféricos), seja por conta de seus menores custos, menor impacto socioambiental e menor “produtividade”, seja por ser solução não intensiva de conhecimento, acabaria por congelar a discrepância entre os níveis de vida e consumo de pobres e ricos. E isso, aliás, em um mundo com recursos limitados, seria altamente interessante para que os ricos seguissem podendo manter seus modos de vida absolutamente não sustentáveis nem universalizáveis (cf. Rodrigues & Barbieri, 2008, p. 1073-4).

1.4.2 Anos 1990-atualidade: do eclipse da tecnologia apropriada ao florescimento da engenharia engajada

Contudo, a mesma ordem neoliberal que concorreu para o quase desaparecimento de implementações de TA acabou por produzir os fundamentos para o seu ressurgimento, na deterioração das condições de vida de contingentes crescentes das populações periféricas e no aumento do impacto sobre o meio ambiente (cf. Dagnino *et al.*, 2014, p. 16-7).

Do seio, então, da crise humanitária e ambiental produzida ou agravada pelo neoliberalismo, e da busca por se superarem, em maior ou menor escala, as críticas internas à TA, emergirá, a partir da metade da década de 1990, uma pluralidade de iniciativas alternativas de desenvolvimento tecnológico, derivadas da tradição prévia de TA, à qual Kleba (2017) chamará de engenharia engajada. São exemplos dessa prática tecnológica alternativa (ou não convencional) os seguintes movimentos:

GRASSROOTS INNOVATIONS. Trata-se de uma iniciativa nascida na Índia ainda nos anos 1980, mas que se insere nesse contexto novo por buscar resgatar e valorizar os conhecimentos tecnológicos dos grupos sociais excluídos. A ideia, com tal trabalho, era “recuperar a capacidade de inovação das pessoas pertencentes a setores marginalizados da população para gerar soluções a problemas práticos com alternativas tecnológicas baratas,

eficientes e ecologicamente sustentáveis” (Thomas, 2009, p. 9). De modo a divulgar esse tipo de desenvolvimento técnico e de apoiar os inovadores, organizou-se uma rede, chamada de *Honey Bee Network*. Essa rede administra e distribui recursos econômicos, organizativos e simbólicos, de modo a melhorar e difundir projetos tecnológicos alternativos em países em desenvolvimento. Após um grande período de mapeamento, a *Honey Bee Network* identificou dez mil dessas inovações ao redor do planeta. Contudo, muito poucas delas alcançaram desenvolvimento comercial posterior (cf. Thomas, 2009, p. 9-10).

INOVAÇÕES SOCIAIS. Trata-se de uma perspectiva que surge nos anos 2000 e que abrange iniciativas que vão desde a utilização de novas tecnologias (como a Internet e o celular, que podem possibilitar algo como educação a distância) a novas formas de organização (como as cooperativas de consumo), passando pela simples combinação de ideias. Diferentemente da inovação convencional, as inovações sociais se concentram, em tese, não em objetivos econômicos voltados ao lucro, mas em se alcançarem metas sociais, culturais e políticas. A prática das inovações sociais, entretanto, costuma estar marcada, seja por um cunho assistencialista, reforçado pelo fato de elas, em sua maioria, serem desenvolvidas nos países centrais (ou por organizações/indivíduos com matrizes/bases lá), seja pela busca por lucro, que se tenta assegurar na convergência dos interesses da sociedade civil com os do mercado. Não é por acaso, nesse sentido, que uma das principais preocupações normativas das inovações sociais gira em torno da propriedade intelectual (cf. Thomas, 2009, p. 10).

BASE DA PIRÂMIDE. Concebida por Prahalad e Hart, essa proposta busca resolver o problema da pobreza e da exclusão socioeconômica não por meio do assistencialismo provido pelo Estado (via doações de fundos ou organizações internacionais), mas pelo desenvolvimento levado a cabo pela iniciativa privada. Para tanto, deve-se considerar a base da pirâmide, ou seja, os 80% mais pobres, como um mercado com características específicas, isto é, como uma oportunidade de negócio para grandes empresas multinacionais (cf. Thomas, 2009, p. 11; Rodrigues & Barbieri, 2008, p. 1080). A ideia é a de que a base, ainda que seja composta por pessoas com receitas diminutas, movimentam, globalmente, um montante de dinheiro significativo. Além disso, esse mercado é promissor também porque as faixas média e alta da pirâmide proveem margens de lucro cada vez menores, visto que são esses os setores mais cobiçados pelas empresas, que, por essa razão, precisam competir ferozmente para sobreviver (cf. Rodrigues & Barbieri, 2008, p. 1080-1). Porém, para se

inserir de forma exitosa nesse segmento, as empresas não podem agir como o fazem nos outros segmentos, nem oferecer meras replicações daquilo que oferecem (ou ofereceram) nos estamentos superiores. Há, desse modo, que se pensar em produtos e processos diferentes, o que, como decorrência, produziria também transformação social e desenvolvimento sustentável. Tais demandas (transformação social e desenvolvimento sustentável) acabariam por se impor tanto porque a manutenção da pobreza e da miséria crescentes é uma bomba-relógio contra a ordem social, quanto pelo fato de que esse desenvolvimento teria que estar balizado pelos limites ambientais impostos pelo planeta (cf. *idem*, p. 1081-3). Na prática, contudo, “[...] as tecnologias para a base da pirâmide baseiam-se nos recursos, no poder e na capacidade das multinacionais de investir em novos mercados e novas tecnologias, o que é coerente com o *modus operandi* recorrente dessas empresas: perseguir permanentemente novas oportunidades de negócio onde quer que estejam, criando os meios apropriados para isso. Nesse aspecto, [assim,] não há nada essencialmente novo nas propostas desses dois autores [(Prahalad e Hart)]” (*idem*, p. 1091).

ENGENHARIA PARA O DESENVOLVIMENTO. Engenharia para o desenvolvimento são iniciativas voltadas a grupos excluídos para as quais costumam ser consideradas seriamente questões como “quais papéis a tecnologia deveria ter no desenvolvimento? Quais são os melhores mecanismos de transferência de conhecimento e habilidades necessários para manter novas tecnologias? Qual é a relação ideal entre “quem dá” e “quem recebe” ajuda tecnológica?” (Nieusma & Riley, 2010, p. 33). Busca-se nelas, ao menos idealmente, algo próximo à tecnologia social, com empoderamento dos atores locais, diálogo de saberes, construção colegiada e resposta às urgências localmente identificadas como tais. Exemplo desse tipo de atuação é a de estudantes de engenharia que são enviados, pelo período de algumas semanas, para uma realidade carente (no próprio país ou no exterior), desenvolvendo projetos com a população local (cf. Nieusma & Riley, 2010, p. 33-4). No geral, não obstante, esses trabalhos acabam dando um peso ou uma centralidade excessiva aos produtos tecnológicos ou à infraestrutura técnica que se busca construir, e, não raro, partem de modelos de desenvolvimento não refletidos, que findam por impor uma linha inegociável de ação, a despeito dos valores e perspectivas do grupo local. Isso torna a assimetria de poder entre equipe técnica e atores locais a um só tempo gigantesca e invisível (porque naturalizada) (cf. Nieusma & Riley, 2010, p. 51-6), de modo que os engenheiros

passam a atuar, nos termos de Paulo Freire, segundo a perspectiva da extensão, transbordando seu conhecimento e sua visão de mundo para as periferias, e não a da comunicação, que é a da construção dialogada do novo almejado (cf. Freire, 1983, p. 11-4, 44-50).

Nos modelos mais problemáticos de engenharia-para-o-desenvolvimento [...] os engenheiros agem de forma unilateral, como se eles fossem autônomos, lutando para alcançar um modelo de desenvolvimento ideal que não corresponde aos problemas com os quais eles lidam. Essa unilateralidade traz consigo obstáculos para o desenvolvimento de um trabalho efetivo e socialmente justo, especificamente por focar na funcionalidade tecnológica como o princípio, ou mesmo a única medida do êxito do projeto, e, com isso, por prestar pouca atenção às relações de poder social e por inibir a colaboração interdisciplinar. Ela também não dá conta de considerações estruturais e infraestruturais maiores, incluindo tanto forças econômicas mais amplas quanto o modelo de deficiência de desenvolvimento que atua nessas forças (Nieusma & Riley, 2010, p. 57).

ENGENHARIA PARA A JUSTIÇA SOCIAL. Seria uma atuação em engenharia fortemente comprometida com os ideais da justiça social, sem, entretanto, focar-se necessária ou unicamente em grupos socioeconomicamente excluídos. Riley (2010, p. 125-142) elenca diversos exemplos desse tipo de engenharia, como: produção de cadeiras de rodas baratas e customizadas de acordo com as necessidades diárias efetivas do usuário (no México); produção de remédio a baixo custo nos países periféricos (i.e., Índia); fiscalização de uma usina nuclear pelos moradores da região em que ela está instalada (nos EE.UU); construção de unidades habitacionais baratas e que levam em consideração as necessidades dos moradores (em bairros pobres de Nova Iorque). A ideia da autora é mostrar que, como engenheiro, pode-se lutar pela justiça social e fazer essa pauta avançar atuando-se de múltiplas formas e em distintos locais, mesmo dentro de uma multinacional, como a HP.

Por fim, teríamos a TECNOLOGIA SOCIAL, que apresentamos longamente nas seções anteriores.

Em comum, todas essas práticas de produção/desenvolvimento tecnológico traduziriam novas diretrizes profissionais, éticas e educacionais voltadas para a profissão da engenharia como um todo, em sua relação geral com o Estado, o setor privado e a sociedade civil (cf. Kleba, 2017, p. 175). E isso contrasta fortemente com a regra do que se tinha até então, de uma “formação de especialistas com alto domínio tecnológico, mas em regra carecendo de uma reflexão sobre a relação entre a produção tecnocientífica e os contextos sociopolíticos” (idem, p. 173).

Por outro lado, no entanto, os tipos de atuação engajada em engenharia são bastante diversos, quanto menos não seja, com respeito aos objetivos intencionados, que, como vimos, podem ser

disseminação, ou seja, a inclusão social com acesso a tecnologias já disponíveis; a otimização tecnológica; e a revolução tecnológica. Tome-se como exemplo os automóveis. Pode-se permitir aos excluídos adquirir carros (inclusão), pode-se projetar carros menos poluentes e que evitem acidentes (otimização), ou pode-se buscar reinventar o conceito de mobilidade para além do automóvel na forma como ele é concebido hoje, provendo soluções que apresentem vantagens tecnossociais, econômicas e ambientais (revolução) (Kleba, 2017, p. 175).

Ou seja, se é verdade que essas iniciativas parecem dialogar fortemente com a tradição da tecnologia apropriada que a precedeu, a reflexão que as fundamenta parece diferir, em cada caso, de forma significativa em vários aspectos cruciais, como público alvo, perspectiva de futuro buscada e tipo de atuação intencionada (mais dialógica e horizontal, ou mais tecnocrática e vertical).

De todo modo, a grande contribuição (prática e conceitual) dessa nova TA é o papel (mais ou menos central) dado aos atores locais no (controle do) desenvolvimento tecnológico, sejam eles grupos socioeconomicamente excluídos ou cidadãos/consumidores insatisfeitos. Nesse sentido, quanto mais voz eles têm, tanto para a definição dos rumos do progresso técnico, quanto para incorporarem, neste, seus saberes e seus valores e visões de mundo, mais caminhamos em relação à reflexão e à média da prática em TA pré-neoliberalismo (e mais nos aproximamos do ideal da TS).

Dessa forma, o substancialmente novo nessa TA ressurgida (mas não em todas as modalidades descritas nesta seção), que busca ser em alguma medida democrática e, conforme o caso, popular, passa não apenas pela superação dos mitos da neutralidade da técnica e da unilinearidade do seu desenvolvimento, mas pelo estabelecimento ou pela busca de um novo processo de se produzir tecnologia que permita construir, no diálogo com os atores locais, uma ordem sociotécnica até então impensada, ao invés de apenas adaptar o (tecnocraticamente) estabelecido. É isso que, como vimos no caso da tecnologia social (em sentido amplo ou restrito), está por trás dos processos de adequação sociotécnica e da aplicação de metodologias críticas, como a pesquisa-ação, que permitem implementá-los.

1.5 Síntese

A tecnologia social se insere na história da técnica como um passo recente em uma trajetória iniciada na década de 1920, com Gandhi. A grande contribuição que ela e perspectivas similares, como a da engenharia para a justiça social, trazem é o papel dado aos atores locais na produção dessa tecnologia apropriada. De quase meras figuras decorativas de um processo que os considerava apenas naquilo que eles tinham para oferecer a um desenvolvimento assumido como neutro e unilinear (seu capital e/ou sua qualificação profissional), os atores locais passarão a ser tomados como (co)pautadores do desenvolvimento técnico, contribuindo com seus valores e ideais, bem como com os saberes tradicionais que trazem (ou podem trazer) consigo.

Disso e da perspectiva mais ampla da tecnologia e do seu desenvolvimento como não só um caminho em si aberto, jamais esgotado ou delimitado (tecnocraticamente) *a priori*, mas como um processo que tanto impacta quanto é impactado pela sociedade, seu ordenamento e seus valores, decorre a dupla demanda da TS: para ser construída adequadamente, ela pressupõe uma metodologia como a da pesquisa-ação, que possibilitará a elaboração das melhores soluções tecnológicas possíveis para o grupo, via adequação sociotécnica; para dar os frutos de libertação que ela intenciona, ela requer um processo de educação popular, que, em si, é na verdade indissociável da pesquisa-ação e da produção técnica que ela permite construir.

Como consequência, para ser capaz de produzir TS, um engenheiro, atuando em uma equipe interdisciplinar (que é o ideal), ou em uma equipe de engenheiros, precisa ter desenvolvidas suas habilidades de diálogo e de ser empático (de modo a poder conhecer em profundidade o grupo com o qual trabalha e a se comprometer efetivamente com ele), seu senso crítico (fundamental para a práxis libertadora em termos tanto sociais quanto técnicos) e sua abertura e humildade (para se permitir sempre aprender e reconstruir ou alargar suas certezas). Ele precisa também de algum treino em humanidades (como em filosofia, sociologia e psicologia, por exemplo) que lhe proveja ferramental teórico-conceitual e habilidades avaliativas para esse tipo de atuação crítica.

Essa é, em linhas bem gerais, uma síntese de boa parte daquilo que se desenvolveu ao longo deste primeiro capítulo.

2. BASES ONTOLÓGICAS: NATUREZA SOCIOTÉCNICA DA TÉCNICA; PODER; LEGITIMIDADE E URGÊNCIA DA TECNOLOGIA SOCIAL

Da forma como foi apresentada no capítulo anterior, a tecnologia social tem um compromisso claro e inegociável não apenas com aquilo que Lacey (2014a, p. 682) chamará de perspectiva da justiça social, democracia participativa e sustentabilidade, como com um sem-número de valores ou modos de vida locais que sobrevivem ao crivo da crítica dialógica do processo de educação popular. Há, nesses termos, uma contingência insuperável nas soluções técnicas desse tipo, por conta de sua adequação, seja às características particulares do lugar, seja a valores, urgências e modos de vida do grupo. Com isso, não é incomum ouvirem-se críticas a tal tipo de implementação, como se ela fosse uma solução técnica inferior e menos eficiente, ou seja, algo de segunda categoria, que só é desenvolvido por conta de doutrinamento ou cegueira ideológica.

A tese que buscaremos fundamentar neste capítulo dá conta, ao contrário, não apenas da legitimidade e da urgência, para o nosso tempo, da tecnologia social, como do seu caráter, muitas vezes, mesmo mais autenticamente técnico do que aquilo que se obtém com o desenvolvimento padrão da tecnologia convencional.

Para tanto, partiremos, na primeira parte, da caracterização do fenômeno técnico, em diálogo, sobretudo, com modernas análises sociológicas da tecnologia. Descortinaremos, com isso, três aspectos centrais do ser da técnica. De uma parte, ela é subdeterminada pelo problema e condições iniciais, de modo que, em tese, múltiplas soluções alternativas são possíveis para cada projeto técnico. Com isso, de outra parte, a escolha dentre as alternativas disponíveis ou passíveis de desenvolvimento pressuporá condições de contorno sociais. E essas condições, uma vez estabelecidas, acabam sendo estabilizadas ou reforçadas socialmente, quando a solução final que elas selecionam ou conformam é introduzida no mundo humano. Por fim, e de modo a se buscar estabilizar a configuração contingente que a solução assumiu, em função dos valores sociais que a informaram ou selecionaram, códigos técnicos são normalmente formalizados, estabelecendo usos e configurações/parâmetros canônicos para cada técnica específica e apagando, com isso, o histórico de pluralidade e disputas que nos levou a essa conformação final.

Essa profunda vinculação entre técnica e sociedade, que se apresentam como um uno indissociável, uma realidade sociotécnica, não implica, de *per se*, no total esgotamento do técnico no social. De modo a demonstrar isso, desenvolveremos, na segunda parte, a perspectiva genética de Simondon, com sua concepção singularista do fenômeno técnico. Fiéis a ela, mas dando passos que Simondon não deu, mostraremos como os valores sociais acabam se imiscuindo, seja no processo de criação de novas mediações e de evolução das já existentes, seja na seleção, dentre as alternativas autênticas à disposição, daquela que será a escolhida. A partir disso, poderemos construir uma caracterização do fenômeno técnico baseado em Gilbert Simondon, mas bastante harmonizável com as compreensões desenvolvidas nas análises sociológicas da parte anterior.

Essa mesma caracterização do ser da técnica, como um amalgamento de aspectos singulares seus com elementos sociais contingentes, pode ser construída por outro caminho. É o que faremos na terceira parte, seguindo fundamentalmente Andrew Feenberg, em seu diálogo com a tradição crítica. Tal reflexão, que nos aponta para uma racionalidade sociotécnica a presidir o desenvolvimento tecnológico, levar-nos-á de volta ao aspecto político de toda solução técnica. Seguindo com Feenberg, discutiremos, então, aquilo que ele chama de democratização da tecnologia – da qual a tecnologia social seria um dos casos possíveis –, bem como as redes de interesse, que são, para ele, os motores necessários (causa eficiente), em nosso tempo, para que tal democratização possa acontecer.

Na quarta parte, voltamos para Foucault, de maneira a encontrar os fundamentos políticos de uma atuação democratizante do tipo que são aquelas propostas por Feenberg, em geral, e a tecnologia social, em particular. Percorreremos, com isso, sua compreensão de poder e estratégia, e o modo como tais dimensões se estruturam e podem ser confrontadas.

Assim, na quinta e última parte, após retomarmos de forma articulada o caminho seguido ao longo deste capítulo, sistematizaremos os argumentos e ponderações que, até onde conseguimos enxergar, permitem-nos apresentar como crível e defensável a tese da legitimidade, urgência e maior autenticidade da tecnologia social (no último ponto, com relação à média do desenvolvimento técnico convencional).

2.1 Subdeterminação, realidade sociotécnica e códigos técnicos

A partir da década de 1980, múltiplos trabalhos sobre o desenvolvimento técnico passam a ser publicados, dando conta de uma característica interessante desse processo: um mesmo desafio técnico costuma ter mais de uma solução possível, de modo que, na definição de qual delas será a escolhida, intervêm outros fatores além da (maior) eficiência nua e crua. É assim que, de acordo com Pinch e Bijker (1989), por exemplo, no desenvolvimento da bicicleta, no final do século XIX, duas soluções coexistiram por algum tempo. De um lado, existiam as bicicletas com rodas de tamanhos diferentes, sendo a da frente, à qual estava acoplado o pedal, bem maior que a traseira. Com isso, em comparação com as bicicletas de rodas de mesmo tamanho (e que eram sensivelmente menores que a maior roda do outro modelo), que representavam o outro projeto então existente, a velocidade que se podia obter era significativamente maior (posto que, como ainda não existiam as correias nem as marchas, a revolução do pedal significava igual revolução da roda à qual ele estava acoplado). Contudo, em função do seu design, ela era menos estável do que a de rodas iguais.

A bicicleta de rodas assimétricas era preferencialmente utilizada por homens jovens, na prática desportiva ou no entretenimento. A de rodas iguais era usada por um público mais diverso, que incluía mulheres e pessoas de mais idade, como meio de transporte. E foi, na análise dos autores, porque tanto este segundo público quanto a função que ele pretendia para esse artefato (ou o sentido que essas pessoas atribuíam a ele) prevaleceram socialmente, que o modelo de rodas desiguais acabou por ser deixado de lado, permanecendo apenas o de rodas de mesmo tamanho, que temos até hoje²⁰.

Winner (1986), de sua parte, apresentará alguns casos de intervenção no espaço urbano público para ilustrar algo semelhante. Em um deles, temos a construção de viadutos

---

²⁰ Existem críticas a tal análise do desenvolvimento da bicicleta provida por Pinch e Bijker que aludem ao fato do desenvolvimento da correia e, posteriormente, das marchas, como elemento que precisaria ser considerado pelos autores. Para tais críticas, como aquela sustentada pelo professor Marcos Barbosa de Oliveira (USP), a instabilidade das bicicletas de rodas assimétricas era efetivamente um problema. Contudo, é apenas porque se avança tecnicamente com as correias (e, subsequentemente, com as marchas) que essas bicicletas são deixadas de lado, com os seus usuários (interessados em esportes e em obter altas velocidades) migrando para as bicicletas de rodas iguais.

sobre os acessos a um parque em Nova Iorque. A altura do viaduto, que poderia ser aumentada, sem impacto inviabilizador ou proibitivo para obra, foi definida propositalmente baixa, de modo a impossibilitar a passagem de ônibus sob eles. Dessa forma, baniu-se o acesso de usuários de transporte público – ou seja, os segmentos mais pobres da população –, que eram, assim, impedidos técnica e intencionalmente de frequentar o lugar.

Em outro exemplo, Winner (1986) analisa a construção de rampas de acesso nas calçadas das cidades norte-americanas, mostrando que, ainda que não intencionalmente, uma decisão técnica – ter calçadas com ou sem rampas –, facilmente equacionável, facultava ou interditava, no caso, aos cadeirantes, o acesso ao, e uso do, espaço público.

Em ambas as situações, estão presentes os mesmos elementos do caso da bicicleta: múltiplas soluções técnicas possíveis; e a atuação de atores sociais relevantes para definir qual delas será a escolhida (o engenheiro encarregado pelas obras em Nova Iorque, em um caso; associações de cadeirantes e afins, no outro). Esses três exemplos ilustram, assim, algo fundamental, qual seja, que valores sociais intervêm, intencionalmente ou não, no projeto técnico.

Tal intervenção, além disso, não está restrita apenas ao caso de novas implementações, mas tem ou pode vir a ter papel semelhante no processo de evolução (ou devir) de soluções já existentes. Para exemplificar isso, tomemos o caso do desenvolvimento das caldeiras utilizadas nos barcos a vapor nos Estados Unidos, no século XIX, conforme o relata Feenberg (2010, cap. 1 e 2). Até 1852, quando o Congresso norte-americano finalmente aprovou regulamentações de segurança, reforçar as paredes do artefato e acrescentar-lhe uma válvula de proteção era visto como contrário à eficiência do equipamento, que ficava mais caro, ainda que, pela ausência de tais cuidados, explosões não fossem incomuns, vitimando, apenas nos quarenta anos anteriores à aprovação da lei, cerca de 5000 pessoas. Uma vez, entretanto, aprovada a lei, o mercado de caldeiras deu conta de se ajustar a ela, sem entrar em colapso. E, passados alguns anos, ninguém mais concebia ter-se caldeiras mais baratas, mas menos seguras, no lugar das de então. A partir desse momento, não fazia sentido comparar essas duas versões do mesmo equipamento, porque a mais antiga delas se encontrava fora do tolerável socialmente; ela infligia as condições de contorno estabelecidas ou aceitas, daí em diante, pela sociedade e assumidas tacitamente pelos projetistas na mensuração da eficiência do equipamento.

Isso que se verifica no caso das caldeiras, verifica-se também no do banimento do trabalho infantil nas tecelagens inglesas (cf. Feenberg, 2010, cap. 1 e 2), nas regulações sobre os níveis da poluição emitida pelos carros (cf. Feenberg, 2015b), nos procedimentos relativos à pesquisa médica e ao teste de medicamentos envolvendo seres humanos (cf. Colins & Pinch, 1998, cap. 7) e em um sem-número de outras situações. Na verdade, tal coisa se verifica, tenhamos disso consciência ou não, em todos os casos de desenvolvimento técnico. Ela evidencia aquilo que se chama de subdeterminação da solução técnica pelo problema e pelos dados iniciais. Ou seja, na ausência de condições de contorno impostas pela sociedade (ou pelos grupos mais fortes presentes nela), fica impossível definir qual é a melhor ou a mais apropriada dentre as (possíveis) alternativas à disposição.

Dessa forma, fica evidente, por um lado, que, na construção de uma nova solução técnica ou nos estágios seguintes do desenvolvimento dela, é impossível fazer-se uso exclusivo de um critério neutro como “maior eficiência”, para escolher a melhor alternativa ou definir o caminho de evolução do artefato. A eficiência, nela mesma, só faz sentido e só pode ser medida e comparada quando as condições de contorno, que tornarão possível superar a subdeterminação, estão estabelecidas. Nesse sentido, uma produção fabril mais barata, mas que incorpora o uso de mão de obra infantil é inaceitável (em muitos países e com relação à própria população), mesmo que, segundo determinados critérios, ela possa ser considerada mais eficiente.

Por outro lado, o estabelecimento dessas condições de contorno advém (ou pode advir) de um processo de luta ou confronto entre distintos valores sociais ou perspectivas de sentido, ou de múltiplos usos possíveis da técnica. Aprofundaremos esse ponto mais à frente.

Não é, contudo, apenas a técnica que é, nesses termos, conformada pela sociedade. Na medida em que uma das múltiplas soluções possíveis para a invenção ou o avanço técnico é adotada, as condições de contorno que atuaram para conduzir à escolha dela vão se tornar, daí em diante, não mais valor ou convenção social, e sim, imperativo técnico. Ou seja, o mundo das máquinas feitas para serem operadas por pessoas de alta estatura interdita o trabalho, nessas máquinas, de crianças, do mesmo modo que o mundo das caldeiras que obedecem às regulações técnicas estabelecidas nos Estados Unidos em 1852 está mais protegido das explosões delas. De igual forma, o mundo da linha de montagem é

necessariamente hierarquizado e constituído, na base de sua estrutura laboral, por trabalhadores não qualificados, do mesmo modo que o mundo dos modernos controles éticos no teste de medicamentos interdita o acesso ostensivo de pessoas que sofrem de doenças ainda incuráveis a drogas experimentais que poderiam eventualmente salvá-las ou assegurar-lhes uma melhor sobrevivência (cf. Collins & Pinch, 1998, cap. 7). E o mundo dos transgênicos e da moderna agricultura tem os campos mecanizados e despovoados, produz alimento segundo processos com um alto impacto ambiental, fortalece a concentração fundiária e desempodera o agricultor/camponês.

Há, nessa transformação de valores ou acordos sociais em imperativos técnicos, aquilo que Latour (1992, p. 229-34) chama de delegação, e que Feenberg (2017a) chamará de tradução. O que ambos os autores e conceitos evidenciam é que não só é impossível que o desenvolvimento técnico se dê de forma neutra, pairando acima ou fora dos valores sociais que ordenam ou normatizam a nossa vida em comum, como, uma vez escolhidas as condições de contorno que o nortearão, será praticamente impossível à sociedade, ou ao grupo que fará uso dessa técnica ou que estará sujeito a ela, operá-la ou utilizá-la, sem ser constrangido a obedecer a essas mesmas condições. É nesse sentido, então, que a tecnologia legislaria sobre o modo de vida (cf. Feenberg, 1995, p. 4-5). Tal legislação, entretanto, não é uma construção autônoma dela, como alegaria Ellul (2008 [1954], p. 74-134), mas, ao contrário, é tradução daquilo que se optou por respeitar no momento de seu projeto. É nesse sentido, também, que superar determinado ordenamento social não requer apenas transformação política: sem a transformação da ordem técnica construída pela configuração de poder que se quer transformar, ordem que mantém e estabiliza tal configuração, nada ou muito pouco de substancial poderá ser efetivamente mudado²¹.

Ou seja, tecnologia e sociedade afetam-se e conformam-se mutuamente, sendo impossível, na prática, dissociar uma da outra. Elas formam um todo uno, uma realidade sociotécnica.

A metáfora do “tecido sem costura” [...] origina no âmbito do construtivismo o conceito de conjunto (*ensemble*) sociotécnico. Ele denota os arranjos entre elementos técnicos e sociais que dão como resultado uma outra entidade, algo mais do que a simples soma desses elementos, que se

---

²¹ Isso, na opinião de autores como Dagnino *et al.* (2004, p. 30-31) e Feenberg (2002, cap. 2), teria sido o erro central da União Soviética, que, ao manter uma tecnologia capitalista, acabou tornando tecnicamente inviável o comunismo.

converte num novo objeto de estudo empregado para explicar tanto a condição tecnológica da mudança social quanto a condição social da mudança tecnológica. Ao relacionar o ambiente social com o projeto de um artefato, cria um “marco de significado” aceito pelos vários grupos sociais envolvidos na própria construção do artefato, que guia sua trajetória de desenvolvimento. Ao mesmo tempo, explica como o ambiente social influencia o projeto de um artefato e como a tecnologia existente influencia o ambiente social (Dagnino *et al.*, 2004, p. 25-6).

Tal amalgamento indissociável não é a condição particular de parte da técnica existente. Ele, na verdade, constitui característica inegociável da técnica enquanto técnica. Dessa forma, por um lado, soluções como a tecnologia social mostram-se absolutamente legítimas. Por outro, a compreensão que muitos têm da técnica como sendo neutra, contra a qual a alegação de sua inevitável filiação social gera, não raro, contestações e resistência ferozes, advém daquilo que se chama hoje de mito da neutralidade, uma construção ideológica que sustenta, em oposição a dados como esses que se apresentaram aqui, que o desenvolvimento da técnica é conduzido por uma eficiência imune a pressões ou valores sociais de quaisquer ordens.

Esse mito é construído no bojo do ordenamento tecnocrático de nossa sociedade, que, por seu turno, incarna as estratégias de poder e dominação capitalistas, aquelas que atualmente prevalecem em nosso mundo. A neutralidade que ele apresenta ou defende, e que é facilmente reconhecida ou aceita pela maioria das pessoas, tem a sua origem em duas causas principais. De uma parte, na medida em que a tecnocracia incarna os valores hegemônicos de nosso tempo, e que são altamente estabilizados pela própria técnica, sua contingência enquanto visão de mundo possível, mas não necessária, é apagada. Acabamos por (ser levados a) naturalizar ou reificar²² esse ordenamento da vida e das coisas, tomando erroneamente como neutro aquilo que segue esses ditames. Assim, ao vermos a técnica sendo concebida e avançada de forma descontextualizada, não democrática, de modo a produzir ou maximizar o lucro e segundo uma perspectiva de sempre mais controle e

---

²² Reificação é um conceito cunhado por Lukács que significa tomar as relações sociais por coisa, ou seja, naturalizá-las, assumindo-as como objetivas e imutáveis. Trata-se de aplicar ao âmbito da sociedade princípios e entendimentos próprios das ciências da natureza, enxergando no mundo humano um todo ordenado por leis universais e invariáveis, que podem ser descobertas, mas não são passíveis de alteração. Nesse sentido, do mesmo modo que a única postura adequada ao cientista é a contemplação imparcial da natureza (cuja lei ele quer descobrir), no mundo social reificado, caberia ao cidadão unicamente adequar-se ao ordenamento que paira absoluto acima de si, imune a tudo, inclusive às nossas vontades e intenções (cf. Feenberg, 2015a, p. 1; 2015c, p. 2, 8-9; 2014).

dominação (da natureza, dos seres humanos e das sociedades em que estamos inseridos), podemos tomar isso como neutro, simplesmente porque materializa aquilo que estamos acostumados a ver no mundo. De igual modo, ao vermos o oposto acontecer, como no caso da tecnologia social ou das formas de democratização da técnica concebidas por Feenberg (que analisaremos mais à frente), podemos ser mais facilmente convencidos de que tal coisa é errada, ideológica ou ineficiente, simplesmente por ser diferente daquilo a que estamos acostumados.

De outra parte, a história do desenvolvimento técnico é marcada por um contínuo apagamento do histórico das lutas sociais que conduziram à configuração ou padronização dos artefatos e procedimentos, como se eles tivessem emergido já do modo como os temos hoje, ou como se houvessem sido constituídos sem a interferência de valores sociais. Tais apagamentos são possíveis porque, assim que uma nova técnica é estabilizada ou fechada, seja logo após o seu surgimento, seja depois de alguma modificação que se impôs a ela, um código técnico é estabelecido (cf. Feenberg, 1999, p. 87-9).

Começamos com o fechamento. O que a história da técnica nos mostra é que, com o advento de uma nova implementação, ou depois de uma transformação ocorrida no processo de seu desenvolvimento (ou devir), cedo ou tarde, o sentido/significado ou função social dela é estabilizado. “Nesse estágio, diminui drasticamente a flexibilidade interpretativa, e alguns significados originais desaparecem. Da multiplicidade de visões iniciais emerge um consenso entre os grupos sociais relevantes que reduz a possibilidade de uma inovação radical.” (Dagnino *et al.*, 2014, p. 26) É isso o que se verifica em todos os exemplos apresentados até agora neste capítulo, desde as bicicletas vocacionadas para o transporte de pessoas (e não para práticas desportivas), até as calçadas acessíveis das cidades (ao invés daquelas que impedem a circulação de cadeirantes), passando pelas caldeiras seguras (em lugar das que explodiam com maior facilidade e frequência) e pelo ambiente fabril inviável para o trabalho de crianças (ao invés de um no qual elas são demandas como principal mão de obra). Em todos eles, o sentido específico que se impõe (transporte, acessibilidade, segurança, trabalho apenas para adultos) passa a nortear, incontestemente, o desenvolvimento ulterior do artefato, como se este tivesse existido sempre e unicamente segundo essa significação ou como se ela representasse um avanço natural – e necessário – no processo do desenvolvimento dele (cf. Feenberg, 1999, p. 10-1, 78-80; 2010, p. 6-8, 13).

Fechados os significados ou usos sociais canônicos, estabelecem-se, então, os códigos técnicos, que determinam os padrões a serem seguidos na construção do artefato daí em diante. Eles normatizam o trabalho técnico e se materializam em regras que asseguram que as funcionalidades essenciais para esse uso ou sentido, assim como os valores subjacentes a eles, sejam mantidas e preservadas de alterações que as subverta. Tais códigos seriam, nesses termos, o equivalente tecnológico dos paradigmas descritos por Kuhn na ciência, no sentido de que, uma vez estabelecidos, cessa-se a disputa entre significados (e suas respectivas visões de mundo), cristalizando-se funcionalidades a serem garantidas e os valores a serem perseguidos em seu desenvolvimento posterior (cf. Feenberg, 2010, p. 51-58). Assim, as bicicletas passarão a incorporar definitivamente a estabilidade e a segurança, do mesmo modo que as calçadas incorporarão o valor da acessibilidade. Enquanto o paradigma em vigor não sofrer contestações, o processo seguirá inalterado, impassível. Quando contestações ou usos subversivos se impuserem, ele terá que ser reformulado, de modo a incorporar sentidos (ou usos) e funcionalidades anteriormente não contemplados.

Em termos sociológicos, os códigos têm, assim, dois significados diferentes, sendo uma regra que “simultaneamente (1) classifica atividades como permitidas ou proibidas e (2) associa tais atividades com certo significado ou propósito que explica (1)” (Feenberg, 2002, p. 76). É isso que é feito em todos os manuais técnicos. Neles, porém, além dos códigos técnicos dos artefatos individuais, que acabamos de ver, intervêm também códigos mais amplos, como os econômicos (com sua hierarquia de prestígio de bens e marcas) e os dos domínios técnicos (que traduzem os valores hegemônicos na sociedade em máximas técnicas, como o imperativo do controle/dominação), que não estão estritamente registrados, mas que são de amplo conhecimento (cf. Feenberg, 2002, p. 77; 2015c, p. 3-5). Com isso, tais manuais não apenas assumem os sentidos estabilizados na sociedade, contribuindo, através do seu seguimento, para o reforço deles e da ordem social que os forjou, como asseguram aos técnicos independência, em relação a pressões sociais outras, para seguirem seus ofícios autonomamente, guiados apenas pela tradição técnica que dominam e que, no geral, aprenderam a seguir (quase que) cegamente.

Desse modo, com o fechamento e os códigos técnicos que o asseguram e perpetuam, as lutas ou disputas que levaram a tais estabilizações – como as relacionadas à acessibilidade e ao banimento do trabalho infantil – são apagadas. E como não estudamos a história da

técnica, ou não temos o hábito de proceder a uma análise genealógica de seus códigos (técnicos), não damos conta de perceber que eles são resultado de uma construção em alguma medida contingente, incorporando condições de contorno que seriam provavelmente diferentes, estivéssemos em face de uma outra configuração de forças sociais no momento de sua gênese ou transformação.

A noção de que a tecnologia é apolítica é uma consequência enganosa do próprio êxito das disputas do passado; ela reaparece a cada nova fase do envolvimento público com a tecnologia, como uma reação defensiva de parte das categorias profissionais e corporações, que não querem qualquer interferência externa com relação à sua própria atuação técnica. Mas, na realidade, a autonomia que elas demandam foi violada tempos atrás, no curso de controvérsias anteriores, cujos resultados elas endossam inconscientemente ao defenderem suas tradições técnicas. Procedimentos democráticos informais já são, assim, uma parte implícita do processo de projeto, apesar das ilusões em contrário sustentadas pelos tecnólogos (Feenberg, 1995, p. 11).

2.2 Ordem do antecipado e singularidade da tecnologia social

Ao se defender, contudo, a indissociabilidade entre técnica e sociedade, amalgamadas em uma ordem sociotécnica, não se precisa assumir a redução do fenômeno técnico a mera construção cultural. De fato, como tentaremos apresentar agora, é, em boa medida, possível conjugar essa perspectiva construtivista do amalgamento, com uma da singularidade do fenômeno técnico, do tipo da apresentada por Simondon.

Para este, a técnica é essencialmente mediadora. Ela medeia, por um lado, a relação do ser humano com o mundo ambiente em que vivemos – que é, hoje, um misto de natureza e sistemas técnicos –: “um objeto criado [...] é, por sua origem, e permanece, por sua função, um sistema de acoplamento entre o ser vivo e seu meio, um ponto duplo no qual o mundo subjetivo e o mundo objetivo se comunicam” (Simondon, 2008 [1965-6], p. 186). Por outro lado, a técnica é também mediadora dos objetos técnicos com esse mesmo mundo natural e técnico, como uma roda medeia a relação de um automóvel com a estrada, e o sistema de navegação aérea medeia a relação do avião em voo com o mundo que ele percorre, as outras aeronaves em circulação etc. (cf. Simondon, 1989 [1958], p. 164; 2009 [1968], p. 107, 116, 126; 2008, p. 186).

Sua visão, além disso, é bastante tributária da biologia evolutiva, identificando no indivíduo técnico (i.e., máquinas autorreguladas) o similar menos perfeito – ou, nos seus termos, menos concreto – de um organismo vivo (cf. Simondon, 1989, p. 61-5; Barthélémy, 2014, p. 35-7). Dessa maneira, como um organismo, em seu funcionamento, precisa integrar-se de forma satisfatória ao seu habitat, de modo semelhante, um indivíduo técnico precisa fazer o mesmo com respeito ao seu meio associado, ou seja, à porção do mundo natural e técnico que ele constitui ao ser criado, e que lhe garante as condições de sua operação autorregulada²³ (cf. Barthélémy, 2014, p. 34-7). Além disso, da mesma forma que os organismos vivos evoluem em resposta adaptativa a, dentre outras coisas, mudanças no seu habitat, de igual modo, os objetos técnicos estão sujeitos a pressões adaptativas externas, provenientes do seu meio associado (cf. Simondon, 1989, p. 120-4). A estas, porém, acresce-se, no caso dos indivíduos técnicos, pressões adaptativas internas, que atuam no sentido de torná-los mais concretos²⁴, ou seja, mais robustos em seu funcionamento, mais econômicos e com suas partes constitutivas mais integradas/sinérgicas²⁵ (cf. Idem, p. 31-4).

Não obstante, a intervenção humana será sempre necessária para o desenvolvimento técnico, por algo a cujo respeito falaremos na sequência. Apesar disso, nós não impomos à tecnologia um *telos* ou uma essência, mas, quando a desenvolvemos de forma autêntica,

---

²³ A turbina de Guimbal, que Simondon analisa (cf. 1989, p. 54-6), ilustra bem o que ele entende por meio associado. Tais turbinas foram projetadas para operarem submersas. Com isso, o fluxo da água torna-se, além de causa eficiente do movimento das suas hélices, também fluido refrigerador da turbina. Desse modo, ao ser concebido, esse indivíduo técnico constituiu o seu meio associado, do qual a água em que ele opera é parte fundamental. Tal meio, de sua parte, impõe condições e oferece possibilidades para a turbina. Dentre outras coisas, nesse sentido, ela terá que se haver com os agentes corrosivos da operação submersa, por um lado, ganhando, por outro, a possibilidade de ter dimensões menores do que aquelas que precisaria ter, caso operasse emersa, uma vez que a troca de calor com o ambiente à sua volta fica grandemente facilitada nessa configuração.

²⁴ A rigor, “concretização” e “concretude” referem-se, em Simondon, tanto a esse processo de aumento de sinergia interna, quanto àquele descrito anteriormente, de maior adaptação ao meio associado (cf. Simondon, 1989, p. 22-3).

²⁵ Em Simondon, o indivíduo técnico é o nível ou estágio do desenvolvimento técnico que se encontra entre o dos elementos e o dos conjuntos técnicos. Estes últimos dizem respeito a agregados de máquinas que se associam (ou são associadas) de forma sempre mais consistente e autorregulada. Já os elementos técnicos são a parte mais fundamental da técnica, englobando objetos como molas, parafusos, resistores e ferramentas de todos os tipos, cuja evolução caminha na direção de tornar suas formas e/ou propriedades sempre mais adequadas à função que buscam se prestar. No nível dos elementos, falta ao objeto técnico individualização, i.e. autorregulação, de sorte que, para serem operados, como no manejo de ferramentas, eles demandam o ser humano (cf. Simondon, 1989, p. 15-16).

simplesmente emprestamos nosso engenho e nossa criatividade para criá-la e desenvolvê-la de acordo com seus próprios princípios (que, no caso do indivíduo técnico, são justamente o do aumento de concretude interna e o da adaptação/integração ao meio associado²⁶) (cf. Simondon, 1989, p. 70, 116-119). Com isso, Simondon assegura um critério demarcatório claro para o fenômeno técnico, que o distingue da cultura humana, mesmo que a técnica dependa de nós para ser criada e desenvolvida²⁷, e mesmo que ela exista como mediação entre nós e o mundo em que habitamos.

Por outro lado, esse processo evolutivo nada tem, em si mesmo, de teleológico ou determinado. Isso porque, se é verdade que o indivíduo técnico encerra em si essa quase pulsão inata por seguir desabrochando-se (análoga da pulsão vital dos seres vivos), associada a esse seu modo próprio de existir, tais coisas se materializam em meio a uma multiplicidade de contingências, que vão desde as vicissitudes do meio associado que ele dá conta de construir – e ao qual precisará se adaptar –, à capacidade e ao repertório técnico dos indivíduos humanos com quem poderá contar nesse seu processo de fazimento. Não há, assim, um horizonte pré-definido de plena realização do indivíduo técnico, apenas o imperativo de caminhar, às apalpadelas, em direção a uma concretude sempre crescente, mas em meio àquilo que se encontra à disposição²⁸ (cf. Barthélémy, 2014, p. 37-42, 48-50, 61-2, 104-5).

---

²⁶ Um exemplo desse processo de aumento de concretude interna e adaptação ao meio associado apresentado por Simondon é o dos motores de carros cujas aletas de resfriamento e estrutura de encapsulamento vão se fundir. Assim, uma mesma parte do artefato desempenhará dois papéis (estrutura e resfriamento), o que representa economia e maior eficiência interna. Além disso, como essa fusão dará origem, na verdade, a um único elemento técnico, a possibilidade de superaquecimento do motor por conta de falha nesse mecanismo de resfriamento (acarretada, por exemplo, pela eventual desconexão dele da estrutura do equipamento) fica bem reduzida, aumentando a confiabilidade ou robustez da máquina e sua autorregulação com respeito ao meio em que opera (cf. Simondon, 1989 [1958], p. 20-3).

²⁷ Existe avanço técnico quando se produz uma nova funcionalidade (dando origem a uma nova espécie ou linhagem técnica), ou quando se aumenta a concretude (interna ou adaptativa/externa) de um indivíduo, a adequação de um elemento ou a conectividade de um conjunto técnico existente.

²⁸ Em termos históricos, o desenvolvimento de “todo objeto técnico passaria por três fases ou etapas. Ele surgiria indivisível, estático, uma vez que [...] toda solução técnica, ainda que composta por subunidades, apresenta-se como uma unidade material. Na sequência, viria a fase dinâmica da dicotomização, caracterizada pela adaptação do objeto técnico ao mundo exterior e ao usuário. Na adaptação ao mundo exterior, teríamos mais propriamente a evolução técnica, marcada pela crescente concretização e pelo desenvolvimento de funcionalidades. No que tange à adaptação aos usuários, podem intervir aí valores não técnicos (por exemplo, econômicos), de modo que, para tornar o objeto atraente ou desejável pelo comprador, ele é inserido em uma embalagem que faz com que sua natureza técnica seja dificilmente percebida. É daí que pode surgir, então, o desejo de trocar de carro, por exemplo, por ele estar “fora de moda”, o que é um “erro cultural fundamental” (Simondon, 2009, p. 109), já que “estar na moda” tem muito pouco a ver com a natureza própria da técnica. Por fim, uma vez que o objeto está estabilizado, teríamos a fase de rede, possível unicamente depois da

De nossa parte, somos essencialmente imprescindíveis para a técnica, segundo Simondon, não apenas porque, por ora, ela não disponha de autonomia para se autoengendrar, mas porque, de acordo com essa sua perspectiva mediadora, apenas nós podemos oferecer matéria a seus princípios formais, concebendo, seja mediações técnicas novas, seja os novos passos no processo evolutivo de um artefato existente (cf. Simondon, 1989, p. 70). Isso se dá ou é possibilitado, em nível psicológico, através da tensão que, segundo Simondon, o inventor experimenta entre aquilo que já está tecnicamente dado – ou a ordem do real –, e aquilo ainda não o está, mas que se lhe afigura como sendo possível e *desejável* de vir a sê-lo – a ordem do antecipado (cf. Simondon, 2008, p. 140-3).

O “desejável” aqui é ponto absolutamente fundamental e, como mostraremos mais à frente, vai nos permitir associar essa perspectiva singularista do fenômeno técnico de Simondon com a social do construtivismo. Seja como for, antes de chegarmos a esse ponto, é importante darmos alguns passos ainda. O primeiro deles é compreendermos o porquê desse papel imprescindível do ser humano no desenvolvimento da técnica em Simondon. Ainda que, com efeito, esta possua uma natureza própria, que conte com princípios singulares de desenvolvimento autêntico e que, nela mesma, deva ser tratada com dignidade – de forma similar àquela que muitos movimentos de defesa dos direitos dos animais demandam hoje que tratemos a estes (cf. Simondon, 1989, p. 126-8; 2009, p. 110) –, seu lugar no mundo não é o de existir de forma autocentrada, a expensas do ser humano e do meio ambiente. Não, seu papel, ao menos como a vê Simondon, é o de possibilitar a harmonização entre esses dois universos – o humano e o natural. Para tanto, precisamos, por um lado, superar a perspectiva instrumental capitalista de nosso tempo, do domínio opressor e desconsiderador da dignidade intrínseca dos seres humanos, da natureza e do

---

industrialização, quando as diversas partes em que ele foi subdivido estão padronizadas e podem ser facilmente trocadas ou consertadas. O objeto torna-se, com isso, mais barato e mais fácil de ser mantido/conservado. Por conta da padronização, ele torna-se também mais versátil, podendo ser facilmente integrado em outras configurações. Paga-se, não obstante, um preço pela entrada nesta última etapa: uma diminuição na robustez do objeto. Algo semelhante à perda de autonomia do motor elétrico em relação à rede de alimentação, quando comparado com o motor a vapor e aquilo que lhe serve de combustível. De fato, quando o objeto torna-se parte ou dependente de uma rede, o mau funcionamento ou deterioração dessa rede pode torná-lo inoperante. Foi o que aconteceu na [Europa, durante a] Segunda Guerra Mundial, quando as locomotivas elétricas deixaram de funcionar por conta do colapso da rede de alimentação, enquanto o trem a vapor, em sua menor especialização, pôde seguir funcionando, sendo alimentado por lenha, carvão e outros materiais combustíveis à disposição” (Cruz, 2015, p. 433-4).

objeto técnico – perspectiva que Simondon chama de tecnocracia (cf. Simondon, 1989, p. 10, 127-8). Por outro lado, não obstante, podemos e devemos desenvolver mediações técnicas que satisfaçam desejos ou necessidades nossas, e que reduzam o nosso impacto sobre a natureza (cf. Simondon, 2008, p. 129).

Está precisamente nesse tênue equilíbrio entre, de uma parte, nossos desejos e necessidades e, de outra, o respeito à dignidade da natureza, da técnica e de todos os seres humanos, tanto a autenticidade da técnica que construímos ou desenvolvemos, quanto a correção da vida que socialmente levamos e da relação que estabelecemos com a natureza. A técnica, nesse sentido, mesmo quando desenvolvida de forma autêntica, estaria sempre, em alguma medida, a serviço de necessidades e desejos humanos (do tipo, provavelmente, daqueles que Marcuse chamará de verdadeiros (cf. Marcuse, 2002 [1964], p. 6-7, 9-10)), cuja satisfação ou viabilização é parte fundamental da sua razão de ser.

Dito de outra forma, a razão de ser da técnica é operar não só como mediadora entre a humanidade e a natureza, no sentido de assegurar a nossa sobrevivência e bem-estar, mas como harmonizadora entre esses dois mundos, ou seja, assegurando também a sobrevivência e o bem-estar da natureza. Ela faz isso, entretanto, não como uma escrava da humanidade, mas como um terceiro elemento ou dimensão, ao lado dos outros dois (humanidade e natureza), que tem suas especificidades, que é tão fundamental quanto eles para a sobrevivência e o bem-estar dos demais, e que precisa evoluir de forma dinâmica para assegurar não apenas sua própria sobrevivência e bem-estar (segundo sua normatividade), como os dos demais.

Dando mais um passo, Simondon compreende que múltiplas soluções em alguma medida distintas podem emergir de um desafio técnico enxergado ou experimentado de forma similar por grupos diferentes. Isso, que também estaria na base do conceito construtivista da subdeterminação do desenvolvimento técnico, adviria, para o autor, de uma outra característica psicológica do processo de invenção, que é a de que o inventor apreende a situação como um mapa rodoviário, no qual múltiplas rotas podem ser percorridas para se ir do problema/desafio técnico à sua solução (cf. Simondon, 2008, p. 146).

Na invenção, isso significaria, nos termos de Simondon, a possibilidade de se seguirem distintos caminhos filogenéticos no desenvolvimento técnico, que estariam condicionados, para ele, fundamentalmente pela inteligência do inventor e pelas condições

específicas oferecidas ou impostas pelo ambiente (natural e técnico) em que ele se encontra e do qual sua mediação técnica dependerá tanto para ser construída quanto para operar (cf. Simondon, 2008, p. 120-1). É isso que implicará, no exemplo que ele usa do desenvolvimento de cabos de ferramentas em agrupamentos sociais distintos, nas diferenças observadas entre o que se desenvolveu nas regiões em que estavam disponíveis árvores de madeira mais moles, e aquilo que aconteceu nas regiões em que existiam apenas árvores com madeira dura (cf. *idem*, *ibidem*).

De maneira geral, então, pode-se dizer que todo desenvolvimento técnico acaba por se relacionar ou estar estrangido por três elementos principais. Por um lado, como acabamos de ver, ele depende da inteligência do inventor (o arsenal de conhecimentos e habilidades de que ele e o seu grupo dispõem) e do ambiente natural e técnico no qual vive o grupo (ou seja, das condições e potencialidades materiais que se têm à disposição na confecção da mediação material que se está buscando produzir). Por outro, ele está relacionado com as razões técnicas de utilidade, ou seja, com aquilo que se busca resolver, algo que, conjugado com o primeiro elemento (inteligência do inventor), vincula o artefato técnico de maneira indissociável com o ser humano que o produz (cf. Simondon, 2008, p. 120-1).

Pois bem, se o lugar da técnica no mundo é também o de viabilizar a satisfação possível de desejos e necessidades nossas, e se tal coisa tem papel fundamental no mecanismo psicológico que preside às invenções (na constituição daquilo que figurará, para o inventor, como ordem do antecipado), então, inventores pertencentes a grupos com perspectivas de valor e visões de mundo distintas tenderão tanto a perceber mais claramente as mediações técnicas mais urgentes ou significativas para o seu grupo – junto com seus respectivos “mapas viários” –, quanto a não perceber aquelas que, ainda que sejam tecnicamente viáveis, não respondem a qualquer necessidade ou desejo do grupo a que ele pertence ou com o qual se associa de forma comprometida e empática.

Ou seja, mesmo sem abrir mão da perspectiva diferenciacionista do fenômeno técnico de Simondon, é possível perceber o papel dos valores sociais no desenvolvimento tecnológico; passo que, entretanto, ele próprio não deu. E tal papel, nesse ponto, não diz da seleção, dentre soluções técnicas disponíveis, daquela que mais se adequa aos valores

sociais que lograram se impor nesse processo, mas, de maneira ainda mais fundamental, da própria viabilização/concepção dessas múltiplas alternativas.

Sendo assim, é possível já percebermos que, sem uma tecnologia construída a partir de um processo participativo (associado com educação popular), no qual a perspectiva segundo a qual a solução técnica que será buscada (ou a ordem do antecipado, construída) conjugará valores, necessidades e saberes do grupo popular com os valores e a expertise técnica do engenheiro, soluções que respondam a essas necessidades e a esses valores possivelmente jamais venham a ser desenvolvidas, já que eles usualmente não correspondem aos valores e necessidades hegemônicos que presidem ao desenvolvimento da tecnologia padrão (ou convencional).

De outra parte, a tecnologia convencional, do modo como opera, por exemplo, a revolução verde, ao impor a adaptação da sociedade e do ambiente natural a si própria, impactando de forma desnecessariamente deletéria em ambas as realidades, tanto subverte a perspectiva mediadora e potencialmente harmonizadora da técnica, quanto, na medida em que o faz desnecessariamente, encarna mais um avanço inautêntico do que um autêntico. Com efeito, tal compreensão tecnocrática de controle e submissão da natureza e da humanidade faz sentido, para Simondon, apenas no contexto da termodinâmica do século XIX, quando a possibilidade de autorregulação era bastante limitada. Entretanto, com o desenvolvimento da eletricidade e, posteriormente, da eletrônica, muito mais informação pôde ser incorporada aos circuitos de realimentação dos equipamentos e sistemas técnicos, facultando a eles muito melhores condições para operarem de maneira bem mais flexível e adaptável às especificidades dos múltiplos arranjos humanos e técnico-naturais locais (cf. Simondon, 1989, p. 104, 128-31; 2009, p. 109). Isso, se não assegura, de *per se*, a total harmonia e a inexistência de impactos sobre a natureza e o ser humano (individual e/ou coletivamente), certamente nos permite responder muito melhor a esses ideais do que a média daquilo que se tem observado no desenvolvimento tecnológico padrão.

Nesse sentido, algo como um automóvel que pudesse dispor de múltiplos mecanismos de produção de energia, em função das condições técnicas e climáticas da sua operação (p.e., a partir da luz solar, do vento, da desaceleração nos processos de frenagem), que tivesse incorporados distintos dispositivos de segurança para evitar acidentes (como sensores para detectar a aproximação de outros veículos ou pessoas), que incorporasse mecanismos de mitigação dos seus impactos sobre o ambiente (e.g., gases expelidos pelo

escapamento, motores de combustão interna, ruído etc.) e que tivesse a possibilidade de se dirigir autonomamente – todas essas, soluções em certa medida já possíveis atualmente –, seria um automóvel mais flexível e, nisso, mais harmonizável com o ambiente e com algumas condições pessoais específicas. Se esse ou algum outro arranjo similar/alternativo, porém, não é ainda regra, isso, ao menos em parte, deve-se menos a inviabilidades técnicas ou a custos proibitivos (que, de toda forma, podem ser sempre reduzidos, caso se invista o suficiente em pesquisas correspondentes), e mais a opções que fazemos e que interditam ou dificultam esse tipo de solução.

Feenberg, para introduzir na teoria de Simondon a (busca pela) harmonização do desenvolvimento técnico com valores ou demandas sociais, percorrerá um terceiro caminho, que será distinto daquele da intervenção de valores sociais na constituição da ordem do antecipado do inventor, e deste de uma autorregulação potencialmente mais sensível a arranjos e condições sociais ou técnico-naturais singulares, propiciada pelo desenvolvimento dos controles eletrônicos. Essencialmente, ele fará isso de modo similar ao que se mostrou, na seção anterior, da intervenção dos valores sociais na superação da subdeterminação, ou seja, incorporando estes em uma versão alargada de meio associado, que compraz o mundo não apenas material (natural e técnico) como também social (e simbólico) no qual o artefato terá que habitar e operar (Feenberg, 2015b, p. 265-9).

Ao fazer isso, porém, ele não subverte a normatividade interna da técnica e do seu desenvolvimento, apenas acrescenta ao meio associado as condições de contorno sociais, que concorrerão para que, dentre as distintas alternativas de avanços autênticos, alguma(s) delas venha(m) a ser efetivamente escolhida(s). É assim que, diante de duas opções autênticas de desenvolvimento para as câmeras fotográficas em meados da década de 1960 – uma que, com as câmeras polaroide, incorporava a revelação da foto ao equipamento que a tirava, e outra que, através de um tipo novo de lente, permitia a implementação do foco automático – a segunda virá a ser preferida, por conta dos valores sociais que acabaram prevalecendo, em detrimento da primeira, que só será em alguma medida implementada efetiva e ostensivamente com o advento das câmeras digitais (idem, ibidem).

Seja como for, e mesmo sem considerar a inevitável incidência de valores e perspectivas sociais no desenvolvimento técnico autêntico, Simondon sustentará que este está, ou pode estar, na base de verdadeiras revoluções culturais (cf. Simondon, 2009, p. 127-

8). O impacto positivo desse desenvolvimento sobre a cultura, para ele, dar-se-ia em ao menos dois contextos bem específicos e em parte complementares. Por um lado, a materialização de novas mediações ou funcionalidades faculta-nos uma reestruturação social e cultural que, antes dela, seria impossível. Pensemos, por exemplo, no desenvolvimento do telefone e a viabilização de comunicação instantânea à distância entre familiares, amigos, conhecidos etc. Isso provocará transformações no modo de nos relacionarmos, permitindo-nos fazer contato, dar e receber informações de uma maneira até então não disponível. O desenvolvimento de tais práticas, entretanto, enfrentará uma inércia ou, como Simondon a chama, histerese cultural para se implementar plenamente. Com isso, nesse ínterim, muito das potencialidades do telefone não serão aproveitadas ou sequer reconhecidas.

Um outro exemplo, desenvolvido pelo autor em *Du mode d'existence des objets techniques*, refere-se ao surgimento dos indivíduos técnicos, as máquinas autorreguladas, e sua incorporação ao mundo do trabalho (cf. p. 15-6, 77-82, 113-6, 155ss). Tais objetos, com a autonomia que possuíam, permitiriam, para Simondon, a desoneração de multidões de trabalhadores do labor repetitivo e alienante da operação direta da produção técnica, que era requerido pelo fato de as máquinas, até então, serem pouco individuadas, dependendo muito intensivamente da operação humana direta (cf. Barthélémy, 2014, p. 142-3). Com o aumento de individuação ou autonomia das máquinas, uma nova estruturação do trabalho e da vida social poderia, então, ter lugar. Uma estruturação menos alienada, na qual as pessoas, dispensadas do enfadonho e repetitivo trabalho nas máquinas antigas, estariam liberadas para se dedicarem a atuações mais realizadoras. Esse, porém, não foi exatamente o modo como a história se desdobrou. Tal coisa, entretanto, deveu-se não à técnica, nela mesma, mas à histerese cultural, ou, mais propriamente, à subversão, pela tecnocracia, dessa mudança potencial (cf. Simondon, 2009, p. 109, 127-8).

Por outro lado, além disso, o desenvolvimento técnico verdadeiro permite que nos libertemos daquilo que Simondon chama de alienação finalista ou teleológica, que assume a estruturação técnica e cultural do presente não apenas como a realização daquilo que não poderia se dar de outro modo, mas como algo que seguirá essencialmente tal e qual para sempre (i.e., reificação). O argumento dele aqui é que, na medida em que toda invenção incorpora ao mundo uma nova funcionalidade, ela, em certo sentido, opera como desestabilização potencial não apenas da cultura estabelecida (como vimos acima), mas

também, e ainda mais originariamente, do meio técnico. Uma invenção, nesse sentido, transformaria as condições ambiente do sistema técnico, operando como estímulo ou desequilíbrio que reclamaria transformações ou rearranjos, de sorte a se reencontrar ou restabelecer o equilíbrio (cf. Simondon, 1989, p. 103-6, 230-1; Barthélémy, 2014, p. 153).

O próprio da evolução da vida, da técnica e da cultura, então, seria essencialmente o mesmo, um devir incessante e infindo. Os estágios de equilíbrio ou homeostase que logramos estabelecer nesses intervalos não diriam, desse modo, nem de um desenvolvimento necessário – já que as invenções técnicas se dão, como o vimos, em meio a contingências insuperáveis –, nem de uma situação que tem condições de seguir indefinidamente igual, imutável (cf. Barthélémy, 2014, p. 153).

Em Simondon, dessa forma, o mal que padecemos socialmente não só não está na técnica, no seu modo próprio de existência e de evolução, como, ao contrário, pode mesmo vir a ser superado ou transformado através (das consequências) do desenvolvimento autêntico dela. Em certo sentido, ao defendermos o desenvolvimento da tecnologia social como condição tanto da satisfação das verdadeiras necessidades e urgências de grupos populares – e em diálogo com seus valores, saberes e visões de mundo –, quanto do estabelecimento das bases sociotécnicas de um novo mundo possível, estamos endossando compreensão semelhante. No nosso caso, entretanto, há uma clara visão política a fundamentar tal posicionamento. Com ela, ainda que o ponto de chegada não esteja claro, mas seja assumido como resultado em certa medida contingente da construção do caminho e da caminhada com os grupos populares, há uma anterioridade da reflexão e da prática social e política (e.g., pesquisa-ação, educação popular e sustentabilidade). É com base nessa reflexão/atuação prévia e em constante refazimento (via práxis), que a TS seria, assim, produzida.

De forma diferente, Simondon, possivelmente porque não enxerga a inevitável presença de valores sociais na invenção de novas funcionalidades e de avanços nos artefatos (e funcionalidades) já existentes, parece sustentar uma compreensão ingênua ou otimista demais do ser humano e das nossas sociedades. Algo quase platônico de uma verdade que, uma vez apreendida, naturalmente nos conduziria a agir correta ou adequadamente. Porque aquilo que a história tem reiteradamente nos ensinado é que, de *per se*, novas mediações técnicas, ou soluções cada vez mais autenticamente sofisticadas, não nos conduzem, por

elas mesmas, a novos ordenamentos sociais e a uma vida humana, com isso, mais realizada/realizadora. Ao contrário, salvo honrosas exceções locais ou marginais, das quais a TS e outras iniciativas de democratização da tecnologia são exemplos, o avanço técnico tem possibilitado, na maioria das vezes, menos uma transformação substancial, efetiva e positiva da vida social e humana e do nosso impacto sobre o meio ambiente, e muito mais um agravamento de condições que já eram precárias e/ou humanamente indignas.

Falta, portanto, tematizar a faceta política da técnica. Faremos isso na quarta parte deste capítulo, em diálogo, sobretudo, com Michel Foucault. Antes dela, porém, desenvolveremos uma outra abordagem dessa natureza por assim dizer dual da tecnologia – que é técnica e social ao mesmo tempo –, apresentando a teoria da dupla instrumentalização de Feenberg, sua compreensão de racionalidade sociotécnica e sua aposta na democratização do uso e da produção tecnológica.

2.3 Dupla instrumentalização, racionalidade sociotécnica e democratização

Visto segundo as perspectivas apresentadas nas duas seções anteriores, o fenômeno técnico conjugaria uma normatividade interna, ao modo como a define Simondon, mas se constituiria e operaria indissociavelmente em meio a valores sociais. Estes lhe forneceriam, seja conteúdo ou matéria para existir concretamente no mundo material e simbólico em que terá que habitar (os desejos ou necessidades nossas que participarão, no processo inventivo, da conformação da ordem do antecipado), seja elementos para conformar uma atuação técnica mais precisa e harmonizada com o meio humano e natural (a partir do advento dos mecanismos eletrônicos de controle), seja, por fim, elementos adicionais para a seleção, dentre os distintos caminhos possíveis de avanço técnico autêntico, daquele(s) que será/ão efetivamente (ou inicialmente) seguido(s).

Feenberg conjuga vários desses elementos em sua teoria da dupla instrumentalização. Em publicações como “Simondon e o construtivismo: uma contribuição recursiva à teoria da concretização” (2015b), o autor apresenta tais ideias a partir do diálogo explícito com Simondon e o construtivismo. Isso, entretanto, foi algo que em certo sentido já fizemos aqui, na seção anterior. Há, não obstante, uma outra abordagem que ele oferece

para tal teoria, mais detalhada e melhor caracterizada. É essa que desenvolveremos agora, na primeira seção desta terceira parte.

2.3.1 Teoria da dupla instrumentalização

O problema que Feenberg está buscando resolver aqui é o de conjugar elementos aparentemente imutáveis do fenômeno técnico – e que estariam presentes em críticas como as de Heidegger (cf. 1977 [1955]), que dariam conta de um modo de ser no mundo encarnado pela técnica e ao qual fomos nos amoldando a partir da modernidade –, com outros claramente contingentes. Haveria, dessa forma, como desenvolveremos melhor na segunda seção desta parte, uma conjugação, por um lado, de algo parecido com aquilo que boa parte da Escola de Frankfurt vai identificar com a racionalidade instrumental, técnica ou tecnológica – que regeria o desenvolvimento técnico e estaria transbordando para, ou colonizando, o mundo da vida –, com, por outro, uma inevitável contaminação ou contingenciamento dessa racionalidade por valores sociais. Dessa forma, sentidos construídos no mundo da vida conformariam, de uma maneira ou de outra, o sistema.

Sendo assim, ao seguir tal configuração, estamos mudando o registro de leitura e interpretação da especificidade do fenômeno técnico. De um genético e centrado na técnica por ela mesma, de Simondon, migramos, agora, para outro, no qual a perspectiva de análise volta a ser, como aconteceu em quase todas as críticas da técnica que se teve, centrada no ser humano. Com isso, não apenas tal realidade será medida sobretudo, ainda que não exclusivamente, a partir do impacto que ela tem sobre nossa humanidade – no que tange às relações que estabelecemos uns com os outros e ao ideal iluminista de liberdade e autonomia críticas –, como também sua singularidade estará relacionada a uma capacidade essencialmente humana, que encontrará na técnica moderna, tão desencantada quanto o mundo no qual ela é inserida, a possibilidade de pleno desenvolvimento e de domínio total: a racionalidade dita instrumental.

Essa segunda vertente, por assim dizer antropocêntrica, descortinaria, nesses termos, uma outra face do fenômeno técnico, pouco tematizada por Simondon, mas que seria de

grande valor para nós, se, como é o nosso caso aqui, quisermos também entender o papel que a técnica exerce no apelo e na sedução do ser humano aos imperativos do controle e da ordem utilitários, com vistas ao aumento – da eficiência, da velocidade, da produção etc. – aparentemente por ele mesmo.

Para se haver com esses elementos, Feenberg propõe dois níveis analiticamente distintos para a caracterização e a compreensão do processo de desenvolvimento tecnológico: a instrumentalização primária ou causal e a secundária ou cultural. No primeiro deles, teríamos uma característica da tecnologia muito próxima do entendimento de Heidegger (cf. 1977) a seu respeito: ao descontextualizar e reduzir, a técnica dispõe de tudo e todos como suprimentos; subsiste unicamente o sentido instrumental do ser-no-mundo. Como, entretanto, a tecnologia não é desenvolvida para máquinas, mas precisa necessariamente ser inserida no, fazer parte do, mundo propriamente humano, o processo de desenvolvimento tecnológico tem que dar conta também de contextualizar aquilo que produz, de introduzir seus artefatos na rede de sentidos que caracterizam o nosso modo de ser-no-mundo. Estamos em face, então, da instrumentalização secundária, processo de amoldamento da tecnologia, que se aproxima da compreensão construtivista acerca desse fenômeno (cf. Feenberg, 2002, p. 175-6). Se, na instrumentalização primária, estamos diante daquilo que é invariável na tecnologia, na secundária, também ela mandatária, somos lançados no mundo das contingências. Em um caso, está-se no reino dos imperativos lógicos, no outro, vive-se o mundo das disputas e construções socialmente dependentes.

Se são duas e distintas as instrumentalizações, isso não significa que elas sejam autônomas, uma em relação à outra. Na verdade, elas se interpenetram e se afetam mutuamente, sendo distinguíveis unicamente no nível da análise (cf. Feenberg, 2002, p. 176-7). Desse modo, por exemplo, o corte de uma árvore e a laminação da madeira (instrumentalização primária) estão também relacionados com a finalidade que se dará a essa madeira (instrumentalização secundária), que implica no tipo de árvore que será cortada, assim como no tipo de corte que deverá ser feito. Semelhantemente, a construção de uma casa de madeira (instrumentalização secundária com relação à madeira cortada) deverá obedecer às possibilidades que sua matéria-prima traz consigo (cf. Feenberg, 2010, p. 71).

O nível causal está relacionado à construção de objetos e sujeitos enquanto natureza [...], ou seja, enquanto submetidos a regras e leis que regulam

seus comportamentos como materiais. O nível cultural tem a ver com os significados que os artefatos adquirem no mundo da vida ao qual pertencem. [...] Esses significados não lhes são meramente atribuídos após o nível causal ter tido lugar, mas guiam a escolha e a configuração da concatenação causal, que é aquilo em que consiste o projeto. [...] As duas fases juntas identificam potenciais que são selecionados e combinados na concretização do projeto. As camadas se interpenetram no sentido de que uma relação causal se materializa apenas na medida em que ela foi investida com significado cultural (Feenberg, 2016, p. 297-8).

Em termos mais detalhados, as duas instrumentalizações se processam em quatro estágios. Na descrição abaixo, esses estágios estão agrupados em pares que unem a etapa da instrumentalização primária à etapa a ela complementar na secundária. Os dois primeiros pares referem-se àquilo que Feenberg chama objetificação, dizendo preponderantemente do artefato produzido e da relação que se estabelece, a partir disso, com o mundo natural²⁹. Os dois pares seguintes referem-se à subjetivação, ou seja, ao impacto da ação técnica sobre o agente humano, na sua relação com as outras pessoas e o mundo natural (cf. Feenberg, 2016, p. 298-301).

DESCONTEXTUALIZAÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO (cf. Feenberg, 2002, p. 177-80; 2010, p. 72-6, 170-1). A descontextualização (instrumentalização primária) significa isolar as matérias-primas do contexto mais amplo em que elas vivem ou são encontradas – uma floresta, o subsolo, um ecossistema etc. –, de modo a torná-las apropriáveis e úteis para o desenvolvimento técnico. Para serem incorporadas, porém, ao meio social, tais matérias-primas, descontextualizadas e transformadas pela ação técnica, precisam ser introduzidas em uma rede de significações: a madeira *para* construção, a lâmpada *para* iluminação, o carro *para* o transporte e *para* assegurar status etc. Esse processo, que seria próprio da instrumentalização secundária, e que impacta e é impactado por aquilo que se pode isolar ou extrair da natureza, chama-se sistematização.

---

²⁹ Na verdade, Feenberg sustenta em diversas partes, como em 2010 (p. 170-1), que a objetificação se aplica, no nível da produção técnica, também ao trabalhador. Com efeito, alega ele, o indivíduo deve atuar, no trabalho, desligado de todos os seus outros espaços de pertença e vinculação social (que é, como se verá, a descontextualização) e, além disso, apenas segundo sua face, por assim dizer, trabalhadora, desconsiderando, nesse sentido, aspectos religiosos, políticos ou o que mais sejam (que seria o reducionismo). Contudo, de uma parte, não fica muito claro, nessas análises dele, se tal coisa estaria no contexto da produção técnica, ou de se no da gestão burocrática (no caso, a gestão do trabalho). De outra parte, ademais, ele deixa de explicar – e fica bem complicado imaginar – no que consistiriam os complementares desses dois elementos da instrumentalização primária, ou seja, o que viriam a ser, respectivamente, a sistematização e a mediação desse trabalhador reduzido, nos termos de Heidegger, a “reserva à disposição”. Por conta disso, não incorporaremos, nos dois primeiros pares que apresentaremos, o ser humano.

REDUCIONISMO E MEDIAÇÃO (cf. Feenberg, 2002, p. 180; 2010, p. 72-6, 170-1). Não basta, entretanto, descontextualizar a matéria-prima do ambiente e das conexões em que ela se encontra mergulhada na sua ocorrência natural no mundo. O seu emprego, em cada uso técnico específico, vai demandar, via de regra, que apenas uma ou algumas das suas múltiplas potencialidades seja(m) considerada(s): a árvore que provê material de construção (e não lenha, sombra, frutos, bela paisagem, lugar de encontro com a divindade etc.); o terreno que provê espaço para se construir um lago artificial (e não lugar para cultivo, para culto sagrado, construção de uma cidade, pasto, reserva florestal etc.); e assim por diante. Contudo, para ser integrado ao mundo da vida, outras qualidades, além da sua utilidade ou função imediata, precisam ser normalmente incorporadas ao artefato técnico: o acréscimo de elementos decorativos à casa de madeira; o desenvolvimento de *designs* atraentes para máquinas do nosso convívio direito (de eletrodomésticos a automóveis) etc. Isso seria a mediação (instrumentalização secundária). Ela impacta e é impactada pelos tipos de materiais apropriados, selecionando aqueles que dispõem das qualidades mais úteis – para a função pretendida e para os acréscimos que precisará receber, de modo a poder ser incorporado ao meio social –, e estando limitada aos acréscimos suportados pelo artefato (por conta de sua constituição e de sua(s) funcionalidade(s)/uso(s)).

A atribuição de função requer mais do que uma crença geral na adequação causal; ela também demanda um tipo específico de operação cognitiva, uma mentalidade técnica que vai além da forma imediata do objeto e que o revela à luz do seu potencial técnico, em um contexto cultural específico. Na teoria da instrumentalização, os correlatos iniciais dessa operação no lado do objeto são chamados descontextualização e redução. O potencial técnico é descoberto através do isolamento do objeto do seu contexto natural e da redução dele às suas qualidades úteis (Feenberg, 2016, p. 299-300).

A realização tem lugar nos contextos técnico e social que guiam a descontextualização e a redução. Eu chamo tais contextos sistematização e mediação. [...] Nesse nível, o objeto pertence ao mundo da vida, no qual ele está imbricado com vários outros aspectos da natureza e da vida humana. Assim, o objeto não pode entrar no mundo social, sem adquirir sentidos diferentes das sistematizações causais e econômicas. Esses outros sentidos consistem nas várias associações do objeto com mediações estéticas e éticas do projeto. Desse modo, os objetos técnicos não apenas perdem qualidades quando são reduzidos, como adquirem qualidades [novas] quando são integrados ao mundo social (Idem, p. 300).

AUTONOMIZAÇÃO E IDENTIDADE (cf. Feenberg, 2002, p. 180-2; 2010, p. 172). A ação técnica, por excelência, é assimétrica, no sentido de que o agente da ação impacta o mundo

natural ou humano, com tal ação, muito mais do que é por ela impactado. Assim, o caçador recebe, como resultado do gatilho apertado, no tiro morteiro desferido, um mero solavanco; o administrador que gerencia de forma fria e dura a sua equipe angaria, com isso, apenas a não simpatia (ou o ódio) dos seus gerenciados, com os quais, porém, não estabelece qualquer vínculo social (outro que o de gestor-gerido); o motorista que dirige um ônibus precisa simplesmente mover o pé para pôr em movimento uma máquina com peso várias vezes maior do que o seu próprio etc. A isso, Feenberg chama de autonomização (da ação técnica, com respeito às consequências dela).

A teoria da instrumentalização identifica uma atitude técnica básica que permite aos objetos no mundo serem enxergados como artefatos ou componentes. [...] A atitude básica é autônoma, no sentido de que ela impede simpatia e identificação, atitudes associadas às relações humanas, i.e. relações com um outro sujeito. Na relação técnica, o sujeito não está envolvido em interações recíprocas. Ele é protegido do *feedback* dos seus objetos (Feenberg, 2016, p. 300).

Em contraposição, entretanto, o agente vai sendo amoldado pela ação ou postura reiterada que assume em seu dia a dia, adquirindo ou conformando parte de sua identidade a isso. Dessa forma, aquele que dirige profissionalmente será um motorista, do mesmo modo que o administrador será um gestor (enxergando as pessoas à sua volta como “recursos humanos”). É o que Feenberg chama de identidade (cf. Feenberg, 2016, p. 300). Além disso, se estendemos o escopo da análise das consequências da ação técnica sobre o mundo, em termos temporais e de âmbitos da vida, como o propõe Ellul (cf. 2008 [1954], p. 399), poderemos perceber, em repetidas situações, que o impacto dela sobre o agente pode ser bem mais profundo e severo do que aparenta inicialmente. Exemplos disso seriam o advento da poluição, do barulho, da exaustão dos recursos naturais etc. gerados pelo desenvolvimento técnico em geral (cf. Ellul, 1990, p. 50-51); a ameaça de superpopulação, por conta da melhoria das condições de saúde nas sociedades humanas (cf. Ellul, 1962, p. 417; 2008, p. 400-401; 1990, p. 51-54); e o fechamento de postos de trabalho provocado pela automação (cf. Ellul, 1962, p. 415-417).

Também nesse nível, a interdependência das fases primária e secundária está presente, seja porque a ação técnica conforma, e impacta sobre, o agente, seja porque o agente limita a autonomia dela (para o seu impacto sobre o mundo humano e natural),

restringindo-a àquilo que o mundo dá conta de suportar, ou àquilo que nós, seres humanos, definimos como suportável.

POSICIONAMENTO E INICIATIVA (cf. Feenberg, 2002, p. 182-3; 2010, p. 172). A ação técnica também é, por excelência, controladora, manipuladora. E isso, tanto na relação com o mundo natural, quanto na que se estabelece com sujeitos humanos enxergados como trabalhadores (a serem gerenciados), cidadãos (a serem governados), alunos (a serem disciplinados) etc. Há, assim, naquilo que se refere à relação técnica com outras pessoas, uma tendência à, ou possibilidade de, hierarquização. Isso seria o posicionamento. Contudo, tal controle nunca é total, subjazendo, sempre, alguma margem de manobra, que permite aos governados/geridos/consumidores subversões no ordenamento/uso pretendido pelo governo/gestor/fabricante. Isso seria a iniciativa. Nesse nível, a relação entre essas duas dimensões da instrumentalização é direta, no sentido de que o aumento de uma delas implica na redução da outra, e de que o posicionamento depende, seja do quanto os geridos/governados/consumidores dão conta efetivamente de se submeterem, seja do quanto eles estão dispostos a fazê-lo.

2.3.2 Racionalidade sociotécnica

Apresentada nesses termos, a teoria da dupla instrumentalização permite a Feenberg dar um passo com respeito à teoria crítica. Tal passo busca tanto mostrar que a solução para os problemas trazidos com a modernidade e identificados com isso que se chamou de racionalidade instrumental não pressupõe o banimento ou a delimitação, a partir de fora, da técnica, como pode – e deve! – ser dado também a partir da técnica e internamente a ela própria. Esse seria o caso porque, de uma parte, a racionalidade que preside ao desenvolvimento técnico não é puramente instrumental, como seríamos levados a crer se reduzíssemos tal processo apenas à instrumentalização primária, mas, dado que há que se considerar também a instrumentalização secundária, ela envolve e pressupõe valores sociais. Além disso, de outra parte, como a técnica traduz e estabiliza os valores sociais que lograram prevalecer no momento do seu projeto (como vimos na primeira parte deste

capítulo), buscar transformar a realidade sem se transformar o substrato técnico que a conforma é atividade fadada, no fim das contas, ao insucesso.

Ou seja, a técnica é regida por uma racionalidade sociotécnica, que, como apresentado na teoria da dupla instrumentalização, busca resolver desafios técnicos que nos damos (ou que encontramos), de acordo com os princípios instrumentais da descontextualização, da redução e do controle, mas que necessita, para tanto, de condições de contorno providas pela cultura – através de significações, limites toleráveis e múltiplos valores sociais contingentes. A partir, então, dessa caracterização, podemos explicar tanto um dos ícones da tecnologia convencional, a revolução verde, quanto soluções sociotécnicas totalmente diferentes dessa, como a tecnologia social.

A tradição crítica, para a qual a racionalidade sociotécnica teria a pretensão de representar um passo adiante, tem suas raízes em Weber. Para este, a racionalidade se manifesta segundo duas formas autônomas a partir da modernidade: a formal – aquela que busca os meios mais eficientes para se alcançar determinado fim assumido – e a substantiva – que analisa a correção, a adequação dos fins que são tomados (cf. Habermas, 1984, p. 170-1). Além disso, em seu entendimento, o processo de racionalização por que passará o mundo a partir de então irá nos conduzir sempre mais à convicção de que tudo é ou poderá vir a ser passível de ser conhecido (pela nossa ciência) e controlado (pela nossa técnica), libertando-nos do império das forças misteriosas e imprevisíveis que moviam a realidade dos grupos primitivos (cf. Weber, 2004, p. 12-13). É isso que nos conduzirá à intelectualização, isto é, à racionalização da vida e do mundo como uma realidade desencantada (cf. Weber, 2004, p. 85-6), na qual não existem mais interditos de quaisquer ordens a manipularmos ou nos apropriarmos de tudo aquilo que existe, de acordo exclusivamente com a utilidade que isso possa ter para a otimização ou racionalização de todos os âmbitos de nossas vidas (cf. Weber, 2005 [1904-5], p. 13-4, 58). Trata-se, em outros termos, do progressivo império da racionalidade formal, isto é, da eficiência e do controle assumidos como princípios inegociáveis e válidos por eles mesmos (cf. Feenberg, 2002, p. 65).

Com isso, as múltiplas esferas da vida – economia, política, ciência etc. –, que vão se diferenciando e autonomizando socialmente, passam a operar segundo materializações próprias desses princípios, imunes a quaisquer controles substantivos (cf. Habermas, 1984, p. 158-165; Stump, 2006, p. 3-4) (em movimento que significará a cisão da unidade clássica

entre bom, belo e verdadeiro, e que nos conduzirá a distintas encarnações da separação entre fato e valor). A modernidade, assim, acaba transformando “relações sociais e instituições em objetos de troca e gerenciamento” (Feenberg, 2015b, p. 270). Chega-se, por esse meio, à gaiola de ferro de uma gestão burocrática sempre mais total e imobilizadora da ação política, ou cerceadora da liberdade individual. E isso, que é exatamente o oposto da liberdade prometida pelo, ou pretendida com o, Iluminismo, é uma realidade inapelável no mundo regido pela eficiência e o controle formais (cf. Weber, 1978, p. 979-80; Habermas, 1984, p. 247-51; Feenberg, 2010, p. 4-5).

De Horkheimer e Adorno a Habermas, passando por Marcuse, permanecerá esse diagnóstico de que a modernidade nos conduziu à perda progressiva do poder de ação social transformadora, por estar fundamentada em uma forma específica de racionalidade – formal, como chama Weber, ou instrumental/tecnológica, como chamará a Escola de Frankfurt –, que se ocupa unicamente com os meios – mais precisos (controle) e mais eficientes –, sem se permitir qualquer controle ou conformação substantiva.

Para os autores de *Dialética do Esclarecimento*, a causa disso estaria no progressivo cerceamento da racionalidade teórica, em cada novo passo que o esclarecimento dava no Ocidente, em sua busca por garantir-nos segurança e por libertar-nos das forças e fantasias que a nossa imaginação supôs algum dia existirem (cf. Horkheimer & Adorno, 2002 [1944], p. 1-4). Ao fazer isso, porém, ou seja, ao, por fim, interditar-nos a possibilidade de conceituar, isto é, de transcender dialeticamente o imediato e cientificamente enunciável (aquilo que o positivismo afirmava ser o único conhecimento passível de ser construído), acabamos por nos conformar a um conhecimento – e a uma atuação – apenas instrumentais do/no mundo (cf. Idem, p. 15-21). Ou seja, como paga por esse processo, vemo-nos não libertados da determinação do destino, em sua reinstituição cíclica interminável – como nos mitos que foram sendo superados pelo esclarecimento –, mas, exatamente ao contrário, tão aprisionados quanto antes, mas, agora, em um determinismo cíclico, identificado com as imutáveis (e inalteráveis) leis da natureza, e ao qual se soma a coerção social, que nos destitui de qualquer individualidade (cf. Idem, p. 7-9).

Marcuse, de sua parte, em movimento que ecoa esse de Horkheimer e Adorno, identificará na racionalidade instrumental – por ele chamada de tecnológica –, que coloniza a nossa vida, a causa da perda da nossa capacidade de transcender o *status quo*, sonhando e construindo outros ordenamentos sociais possíveis (cf. Marcuse, 2002 [1964], p. 14). Há, em

sua concepção, uma pluralidade de potencialidades que todos trazemos, individual e coletivamente, e que, a rigor, podem ser feitas florescer em múltiplos modos (cf. idem, p. 224-6). Contudo, vivemos um tempo de tal integração à racionalidade tecnológica, de tal conformação à tecnologia instituída, que as tensões clássicas existentes entre indivíduo e sociedade, entre as classes etc. desaparecem, impedindo-nos de superar claros problemas de nosso tempo (como a permanência da miséria, do trabalho extenuante, da guerra etc., quando nada disso, em si, seria mais mandatário ou necessário) (cf. idem, p. 3-20; 230-1). Ou seja, o ordenamento vigente adéqua-nos a um modo de vida rígido, destituindo-nos, para tanto, dessa nossa dimensão “transgressora”, dialeticamente negadora do estabelecido, e condição de possibilidade de transpô-lo, atualizando parte daquilo que se traz ou se construiu como potencialidade (cf. Lopes, 2015, p. 123). É a unidimensionalidade, ou seja, a eternização do já dado (cf. Marcuse, 2002, p. 14), que, com a massificação, é aquilo que também a arte passará a produzir ou reforçar em nós (cf. idem, p. 59-74).

Já Habermas conceberá dois grandes espaços da vida social, cada qual regido por uma racionalidade específica. De uma parte, haveria o sistema, que compraz o mundo da produção material e da administração pública, e que estaria regido pela racionalidade instrumental (ou, nos seus termos, racional-intencional) (cf. Habermas, 1984, p. 71-2). De outra, porém, haveria o mundo da vida, aquele dos acordos que estabelecem significados e horizontes norteadores da vida em comum, também racionalizado, mas, diferentemente do que propunha Weber, segundo uma forma de racionalidade distinta, comunicativa (cf. Habermas, 1987, p. 153-97). A gaiola de ferro de Weber manifestar-se-ia, para Habermas, não na realização da racionalidade própria deste naco da vida humana, mas no transbordamento da racionalidade instrumental para cá, para o mundo da vida, na colonização deste por aquela (cf. Habermas, 1987, p. 183, 195-6, 305, 332-73). Com isso, a solução para a distopia do controle progressivo e inexorável da vida social de Weber seria não a transformação ou o banimento do sistema e sua racionalidade própria, mas o contingenciamento desta ao espaço que lhe concerne. A técnica – em suas manifestações produtiva e administrativa – seguiria sua normatividade instrumental. E isso, em si mesmo, não seria um mal (cf. Habermas, 1987, p. 153-97).

Marcuse, por seu turno, apontará como saída do aprisionamento que também diagnostica a superação da unidimensionalidade. Isso é possível porque Eros, a força, pulsão

ou tendência que está por trás do nosso impulso por superar as restrições, contenções ou limitações (impostas, em última análise, pela sociedade), na busca dialética por realização, subsiste, ainda que de forma latente, no ser humano unidimensional (cf. Marcuse, 2002, p. 131, 150, 170-1). Seja como for, a transformação do *status quo* demanda dois elementos. De uma parte, a liberdade de que necessitamos para construir o novo que se busca só pode emergir da luta consciente contra o estabelecido (cf. idem p. 227-228), ou seja, da conjugação entre Eros e Logos, ao modo como estava presente, por exemplo, na dialética platônica, em sua tensão entre o “é”, empiricamente verificável, e o “dever ser”, idealizado ou intuído, diante do qual a realização presente se mostrava repetidamente limitada ou aquém do que poderia vir a se tornar (cf. idem, p. 129-31, 170-1). De outra parte, a transformação só é efetivável se, ao lado e em decorrência desse exercício dialético de tomada de consciência e libertação, produzirmos uma ordem técnica que permita o novo buscado:

Se a realização de um projeto tecnológico [alternativo] envolve uma ruptura com a racionalidade tecnológica prevalecente, a ruptura, de sua parte, depende de que continue existindo a própria base técnica. Porque é essa base que tornou possível a satisfação de necessidades e a redução da fadiga [humanas], de modo que ela permanece a base de todas as formas de liberdade humana. A mudança qualitativa se encontra, assim, [não na destruição, mas] na reconstrução dessa base, ou seja, no desenvolvimento dela com vistas a diferentes fins (Marcuse, 2002, p. 236).

Já para Horkheimer e Adorno, a superação da opressão social, da gaiola de ferro, requer que se conquiste de volta o conceito, aquilo que pode nos permitir tomar distância da ordem dada e, nisso, medir o grau de injustiça do ordenamento instituído (cf. Horkheimer & Adorno, 2002, p. 30-32). Ou seja, a mudança do *status quo* demanda que a razão seja reassumida em suas possibilidades teóricas, para além da vertente calculadora que impera hoje. “O respeito científico mítico dos povos pela realidade dada, que eles próprios criam constantemente, torna-se, por fim, um fato positivo, uma fortaleza diante da qual até mesmo a imaginação revolucionária se sente envergonhada, como se fosse utopia, e se degenera em confiança [*compliant trust*] na tendência objetiva da história.” (Idem, p. 33) Dessa forma, o esclarecimento, sem o qual a liberdade e a autodeterminação são efetivamente impossíveis, só se realizará plenamente quando der conta de renegar esse papel de produzir a adequação de tudo e todos a essa ordem assumida como objetiva e necessária (cf. p. 32-34).

*****

Esse diagnóstico de que, apesar do Iluminismo, a modernidade que se configura também em consequência dele não trouxe um aumento de liberdade e autodeterminação, mas um progressivo desempoderamento do ser humano e, nisso, um crescente cerceamento de suas múltiplas possibilidades de florescer, é algo com que também Feenberg concorda. Tal coisa, para este, manifestar-se-ia na construção dos diversos códigos técnicos, que fundamentam a atuação autônoma dos tecnocratas. Ao mesmo tempo, como vimos, para ele é inegável que a tecnologia desempenha um papel fundamental nesse processo (de desempoderamento), e que ela, via de regra, é blindada, em seu desenvolvimento, contra ponderações substantivas de quaisquer ordens. De igual forma, a dinâmica própria de nosso tempo reifica o ordenamento social instituído, ao cristalizar os condicionamentos sociais que conformaram os múltiplos projetos técnicos nos referidos códigos canônicos que balizam sua construção, sua funcionalidade e seu uso. E tal coisa, como consequência, torna-nos progressivamente menos aptos a pensar ou mesmo enunciar o diferente.

Entretanto, a falha mais fundamental de todas essas análises, para Feenberg, é tomar a racionalidade que preside ao desenvolvimento técnico em todos os âmbitos daquilo que Habermas chamará de sistema como algo, em si mesmo, neutro e impermeável a valores sociais³⁰. Aquilo que, na verdade, tais autores analisam não é a racionalidade técnica pura, mas a conformação que ela adquire sob o ordenamento capitalista hegemônico em que nos encontramos (cf. Feenberg, 1999, p. 9-10; 2010, p. 13-5, 219-21). Desse modo, não foi a emersão de uma racionalidade técnica que nos conduziu ao império do controle e da eficiência supostamente por eles mesmos, mas a conjugação do aumento gigantesco de nossa capacidade de conhecer cientificamente e de incidir tecnicamente sobre o mundo com a perspectiva capitalista dessa incidência. O controle e a subjugação do mundo natural e humano não decorreriam, dessa forma, do ser próprio da técnica em si, mas da

---

³⁰ Marcuse, a bem da verdade, reconhece a não neutralidade da racionalidade tecnológica, mas, na compreensão de Feenberg (cf. 2017, p. 638-9), sua crítica a ela, por ser demasiadamente abstrata, não permite que sejam dados os passos teóricos que o foram com a incorporação de contribuições importantes do campo CTS.

manifestação capitalista dela. Fossem outros os valores a permearem tal construção, como na tecnologia social, teríamos outra configuração resultante.

Com isso, a grande dificuldade para transformarmos essa ordem que parece se tornar cada vez mais totalitária e desumanizante não advém propriamente de uma colonização do mundo da vida por uma racionalidade que lhe é estranha, porque não comunicativa. De maneira mais fundamental, essa dificuldade resulta do predomínio hegemônico da ideologia capitalista, que não apenas se desdobra na produção de uma ordem técnica que a reforça e estabiliza, e na entronização de uma racionalidade formal que está ao pleno serviço de sua perspectiva substantiva, como também, como veremos, restringe-nos cada vez mais a conhecer e a incidir tecnicamente sobre a realidade de formas que reforçam a descontextualização, o desempoderamento e o controle/submissão (da natureza e da humanidade).

Além disso, excetuando-se Marcuse, esses autores não tematizam a questão de a técnica ser, nela mesma, conformadora da ordem social. Com isso, o risco que se tem é o de, como dito anteriormente, não conseguirmos mudar de fato a realidade, por mais que a busquemos conhecer e analisar criticamente.

Por fim, e como consequência dos limites anteriores, não se observa que o ordenamento sociotécnico em que nos achamos metidos não apenas é democratizável, ou seja, passível de ser conformado por outros valores que não a submissão ou o controle (com vistas ao lucro), como, na prática, isso já tem ocorrido, ainda que marginalmente (como os exemplos utilizados nas outras partes deste capítulo ilustram). Para tanto, não foi – nem é – necessária uma transformação profunda no modo de pensar dos agentes, ou, de forma ainda mais radical, um novo desvelamento do *Ser* (Heidegger). Ao contrário, bastam, em alguma medida, como veremos na sequência, interesses ou uma causa em comum a unir e mover um grupo de pessoas suficientemente fortes em termos *políticos* (em sentido amplo, que transcende a política institucional).

Em síntese, então,

[a] teoria da instrumentalização fornece uma alternativa ao reducionismo, ao mostrar a racionalidade da intervenção cultural na configuração do aspecto causal do sistema técnico. Esse contra-argumento ao determinismo abre espaço para a luta social e para a política no desenvolvimento tecnológico. Em suma, [então,] a teoria da instrumentalização é politicamente significativa não porque ela advoga ou apoia qualquer

política pública particular, mas porque ela torna a política pensável no mundo do sistema técnico (Feenberg, 2017b, p. 156).

2.3.3 Democratização da tecnologia

Para Feenberg, existem essencialmente três modos de incidência social ou democratizante sobre a técnica (cf. Feenberg, 1999, p. 121-9). Ela pode:

1. Ser apropriada criativamente ou subvertida, ou seja, ser operada de forma diferente daquela em que foi originalmente projetada. Exemplo clássico disso é o caso do sistema francês de telemática Minitel, inicialmente projetado para prover acesso dos usuários a bancos de dados, mas que acabou se popularizando como uma rede de comunicação entre os assinantes do serviço, a partir do desenvolvimento, por hackers, de uma funcionalidade suportada pelo equipamento, mas inicialmente não disponível para ser usada no contato entre os usuários (cf. Feenberg, 1995, p. 144-66; 2010, p. 79-104). Os casos de tecnologia apropriada apresentados no primeiro capítulo também poderiam ser interpretados, em boa medida, como exemplo de apropriação criativa;
2. Ter seu desenvolvimento submetido a regulações/controles – impostos, formalmente ou não, pelos governos ou pelos consumidores –, que emergem, no geral, de controvérsias técnicas. Exemplos disso vão desde a transformação dos procedimentos de teste de fármacos, por ocasião da eclosão da epidemia de AIDS nos Estados Unidos (cf. Colins & Pinch, 1998, cap. 7) e da alteração das normas de conduta nos partos norte-americanos (cf. Feenberg, 2015a), até regulamentações ambientais (em torno, por exemplo, de questões como a conservação da camada de ozônio ou da redução na emissão de gases estufa), passando por situações como a mobilização de consumidores da Apple, nos países centrais, contra as condições de trabalho dos funcionários da chinesa Foxconn, onde os produtos da

multinacional são fabricados³¹, e pela melhoria das condições técnicas de trabalho de categorias profissionais inteiras (cf. Rosner & Markowitz, 1987; Markowitz & Rosner, 2002);

3. Ser projetada em associação com grupos de atores sociais, incorporando, com isso, ao menos parte dos valores que eles desposam. Um dos exemplos desse tipo de democratização é a tecnologia social.

Um aspecto que todos esses casos mostram é que, a despeito da autonomização e do posicionamento, próprios, como se viu, da instrumentalização primária, e que, sustentados pelos diversos códigos técnicos, não apenas buscam cristalizar os sentidos, as funcionalidades e os usos das várias mediações técnicas, como, ao mesmo tempo, blindar o seu desenvolvimento e sua operação de interferências externas de quaisquer ordens, apesar disso, subsiste sempre, como já havíamos destacado, algum espaço para iniciativa ou democratização. É o que Feenberg (1999, p. 112-4) chama de margem de manobra.

Além disso, de uma parte, o primeiro tipo de democratização estaria muitas vezes associado também àquilo que Simondon chama de superabundância funcional (cf. Simondon, 2008, p. 171-3; Barthélémy, 2014, p. 91), e que dá conta de um excedente de funcionalidades nas mediações técnicas que construímos, que não raro permite que elas possam ser apropriadas para usos ou operações originalmente não intencionados. De outra parte, em algo que se verifica sobretudo nos outros dois tipos de democratização, o desenvolvimento técnico, por conta da sua insuperável subdeterminação (em relação ao problema e aos dados iniciais), permite distintas soluções, que serão preferidas ou concebidas, assim, em função das condições de contorno sociais que prevalecerem no momento de seu projeto.

Grosso modo, então, isso que Feenberg chama de democratização da tecnologia e/ou do seu desenvolvimento refere-se, em uma primeira aproximação, à 1) seleção da solução técnica, dentre as múltiplas disponíveis, ou à customização daquela única que se tem à disposição, de modo a se obter algo que melhor responda às necessidades e/ou aos valores que o grupo quer ver respondidos/respeitados; e 2) definição das questões ou problemas que merecerão atenção, segundo as condições de contorno trazidas pelo grupo, e que,

---

³¹ Cf. <http://recode.net/2015/04/06/where-apple-products-are-born-a-rare-glimpse-inside-foxconn-factory-gates/>

assim, serão passíveis de ser mais bem conhecidos técnica e cientificamente e de obterem, a partir daí, uma solução (mais) adequada.

Este último aspecto, quando se refere a produções técnicas do tipo da tecnologia social, traz, como analisaremos extensamente no próximo capítulo, implicações epistemológicas bastante sérias, que têm a ver, por exemplo, com as estratégias – apenas descontextualizadas ou também estratégias sensíveis ao contexto – que presidirão ao desenvolvimento científico. Esse seria, assim, o terceiro âmbito de incidência/atuação de uma demanda democratizante, a sensibilização de cientistas e técnicos para operarem profissionalmente segundo perspectivas ou métodos distintos de boa parte daquilo que está atualmente estabelecido.

Para além, não obstante, dessas três áreas ou dimensões da democratização da técnica e do seu desenvolvimento, existiria ainda uma quarta e última, e que seria a mais básica de todas: a busca por meramente se ter acesso à tecnologia.

A despeito, porém, do tipo ou do âmbito da democratização buscada, ela, para ter lugar, demandará, via de regra, um motor ou disparador político, alguma força social que, por assim dizer, seja capaz de fazê-la acontecer. Feenberg, a partir dos estudos de caso e dos referenciais teóricos de que parte, reconhecerá tal força, hoje, naquilo que ele chamará de redes de interesse. No restante desta seção, detalharemos o que são e como se constituem, para ele, tais redes. Na parte seguinte deste capítulo, fundamentaremos essa sua perspectiva a partir da compreensão política de Foucault.

*****

As redes de interesse nada mais são do que coletivos de pessoas que se articulam em função de algum interesse ou pauta em comum. Historicamente, para Feenberg, elas derivam dos movimentos de democratização da técnica, que emergem, no pós-Segunda Guerra Mundial, com a tomada de consciência do aumento exponencial do poder de controle e de infligir danos (a indivíduos, comunidades e/ou meio ambiente) propiciado pelo avanço tecnológico (cf. Feenberg, 2015a, p. 18-21). Na sua primeira etapa, transcorrida na década de 1960, tais movimentos questionavam o poder altamente centralizado dos governos. O auge dessa fase foi o Maio de 68 na França. Legou-se desse período uma nova forma de militância, e que será mobilizada na fase seguinte. Nesta, que teve lugar nas décadas de 1970 e 80, o foco passa a ser meio ambiente, medicina e gênero.

O terceiro estágio, aquele em que nos encontramos hoje, inicia-se na década de 1990, com o advento da Internet e das lutas ou subversões com respeito ao uso e às funcionalidades que se desenvolverão para ou a partir dela. É a etapa em que surgem efetivamente as redes de interesse, grupos que usualmente se articulam apenas durante algum tempo e em torno de demandas pontuais, sem que, em termos mais amplos ou em outros contextos, seus participantes necessariamente partilhem, por exemplo, de valores comuns ou uma mesma ideologia (cf. Feenberg, 2015a, p. 18-21). Seriam exemplos desse tipo de organização os grupos que lutaram por várias das democratizações exemplificadas ainda há pouco: homossexuais nos Estados Unidos (na batalha pela mudança dos procedimentos de teste de novos medicamentos); consumidores dos países centrais (na batalha contra as péssimas condições de trabalho dos funcionários da Foxconn, que fabrica produtos da Apple); usuários do Minitel (que o transformaram em uma ferramenta para a interação entre si) etc.

Assim, na constituição das redes técnicas há, fundamentalmente, um despertar para uma condição que se mostra ou se torna não (mais) aceitável; ou, o que seria o mesmo, há a tomada de consciência de uma potencialidade que não aceitamos mais reprimir. E isso é seguido por uma associação de pessoas em torno dessa causa, de modo a se buscar transformar esse aspecto específico da realidade (cf. Feenberg, 2015a, p. 9-10; 2015c, p. 13).

A tecnologia, desse modo, opera em dois níveis na constituição de tais redes. Por um lado, é quase sempre através de alguma mediação técnica (para além da linguagem) que tais mobilizações podem ter lugar. De fato, esses movimentos demandarão quase sempre alguma mídia de suporte à comunicação (como material impresso, rádio, TV, Internet, telefone etc.) para atrair e/ou informar seus participantes. Por outro lado, e o que é mais importante aqui, são os efeitos de alguma técnica, potencialidades suas não apropriadas, ou soluções alternativas (ao padrão estabelecido) não perseguidas que proverão a segmentos da sociedade civil pauta ou identidade em torno da qual se unir (ou com a qual se identificar), na luta por concretizá-la(s).

São essas pautas ou identidades que constituem os interesses dos participantes de uma rede qualquer. Exemplos delas poderiam ser a contaminação ambiental da região em que se vive (que pode congrega moradores, ambientalistas e demais interessados/afetados, na luta por transformar esse quadro); questões relacionadas a efeitos indesejados e/ou à cadeia produtiva de algum produto (que podem ensejar boicotes, da parte de consumidores,

ao produto ou à empresa, até que o problema seja superado); e aspectos associadas a uma doença ou condição de saúde específica qualquer (que podem produzir mobilização de pacientes, familiares e demais interessados ou afetados para se garantir mais pesquisa na área ou para alterar procedimentos médicos, por exemplo).

Em suma, então, a técnica possibilita e provoca mobilizações sociais que têm nela seu objeto (ou objetivo). Tais mobilizações não apenas permitem que certas potencialidades não intencionadas, mas presentes, sejam apropriadas ou desenvolvidas, como tornam possível antecipar ou pautar o desenvolvimento técnico em direção que, não fosse por meio dessa pressão política, não seria escolhido por si só.

Não obstante, e naquilo que constitui parte das críticas endereçadas a Feenberg e sua teoria, ainda que o ordenamento sociotécnico seja passível de reconfigurações ou, nos termos dele, democratização, o dado empírico disponível é que, onde quer que tais democratizações obtiveram êxito, no geral, uma de três coisas veio na sequência: elas acabaram sendo cooptadas pela tecnocracia capitalista (como nas grandes fazendas de produção orgânica); elas paradoxalmente permitiram controle e dominação ainda maiores (como no caso da Internet, cujo desenvolvimento, por exemplo, permite/possibilita/subsidia tanto eventos revolucionários, como a assim chama Primavera Árabe, quanto o controle mais completo de cidadãos, do tipo daquele desenvolvido pela NSA nos EE.UU); ou elas permaneceram grandemente marginais (como os exemplos de tecnologia social que provemos ao longo do primeiro capítulo).

De sua parte, Feenberg não nega tais observações, que dão conta de um agenciamento ou, no sentido oposto, contingenciamento da técnica inicialmente subversiva construída, reconhecendo que uma transformação profunda no nosso modo de vida, que conduza ao socialismo democrático que ele defende como horizonte ideal a ser perseguido (cf. Feenberg, 2002, p. 24-7, 54-8, 148), só terá lugar após uma crise sistêmica ampla, que permita a ruptura com o *status quo* capitalista-tecnocrático. Seu ponto, de todo modo, é buscar mostrar tanto a razoabilidade da sua perspectiva construtivista crítica (ou de uma racionalidade sociotécnica), quanto a viabilidade da democratização (que é testemunhada, como se acabou de mostrar, por múltiplos eventos ao redor do mundo).

Além disso, há dois aspectos fundamentais relacionados à democratização da técnica em suas múltiplas possibilidades que não devem ser esquecidos. Por um lado, tais processos

são potencialmente formadores de consciência crítica, por mais que eles sejam movidos por grupos de pessoas ligadas entre si apenas pelo interesse técnico que têm em comum. Quanto menos não seja, de fato, esses processos ajudam (ou podem ajudar) os participantes da rede de interesse tanto a desconstruírem os mitos da neutralidade e unilinearidade do desenvolvimento técnico, aproximando-os um pouco mais da realidade como ela é e como ela pode vir a ser (a práxis freiriana e a associação entre Eros e Logos de Marcuse), quanto a descobrirem mecanismos eficientes de superação, mesmo que pontual, do ordenamento tecnocrático vigente.

Por outro lado, e naquilo que vale principalmente para soluções que dão conta de sustentar um ordenamento sociotécnico mais democrático e socialmente justo, de pouco vale enfrentar uma crise sistêmica do tipo da que pode derrubar o capitalismo, sem que tenhamos a oferecer, para o lugar da tecnologia convencional de agora, seja um arsenal mínimo de tecnologias alternativas já implementadas e que podem vir a ser reaplicadas em outras partes, sejam metodologias testadas e eficazes para desenvolvê-las.

2.4 Poder e democratização

Assumir as articulações do tipo das redes de interesse de Feenberg como o caminho por excelência para lidarmos, hoje, com o desafio de buscarmos democratizar a tecnologia e o seu desenvolvimento fundamenta-se não só no dado empírico das múltiplas democratizações existentes, mas em uma compreensão do poder bastante tributária da perspectiva de Michel Foucault.

Para este, com efeito, ainda que o poder seja com frequência associado a algum elemento central, seja o Estado ou uma classe social, manifestando-se ou difundindo-se de forma descendente no tecido e nas instituições sociais, ele é, na verdade, algo fundamentalmente intrínseco a todo tipo de relação humana da qual participa o indivíduo (cf. Foucault, 1980, p. 60, 72-3, 142). E se ele chega a se materializar em formas centralizadas, como o Estado, isso se dá através de um processo de progressiva colonização de múltiplos micropoderes, a partir de suas manifestações locais e regionais, nas várias

instituições em que o indivíduo se faz presente: a família, a escola, o trabalho etc. (cf. idem, p. 96-7, 188-9).

Assim, qualquer que seja a geografia do poder, a configuração do jogo de forças que o caracteriza em qualquer instância social, ele não é extrínseco ao ser humano, mas, ao contrário, tem sua condição de ser mais fundamental em cada um de nós. Isso quer dizer, dentre outras coisas, que não nos é possível viver fora do poder, como se não lhe fôssemos causa e sustentação. Por outro lado, isso não significa que tenhamos que nos conformar à configuração em que ele se manifesta. De fato, lá mesmo onde o poder se mostra, tem lugar a possibilidade da resistência que lhe podemos opor, nas diversas estratégias de que podemos lançar mão, de modo a subvertê-lo ou confrontá-lo (cf. Foucault, 1980, p. 141-2). Alunos, por exemplo, que se organizam em centros acadêmicos, de modo a confrontar a configuração do poder na instituição educacional de que são parte, podem conseguir reestruturar a sua geografia local – com o estabelecimento, p.e., de mecanismos como espaços consultivos. No caso, ao contrário, dos alunos que se conformam à configuração estabelecida, eles não só não buscarão transformá-la, como tenderão a replicá-la nas suas próprias relações e atuações pessoais naquele espaço – na obediência e no fazer obedecer, por exemplo, à disciplina com a qual vão se identificando.

Ou seja, tanto quando buscamos conformar o poder, quanto quando nos submetemos à sua configuração, somos polos ativos desse processo, em um caso, atuando na reconfiguração da resultante de forças, no outro, replicando na nossa vida e em nossas relações a configuração à qual nos submetemos. E isso, que vale em escolas, hospitais, quartéis etc., vale também no mundo do trabalho, no uso de artefatos técnicos, no desenvolvimento de projetos tecnológicos de quaisquer ordens etc. Em todos esses espaços, não é só que os códigos técnicos a regê-los respondam e busquem cristalizar uma determinada configuração contingente do poder. Conformar-se a eles, para além disso – uma decisão em algum nível, mesmo que pequeno, não obrigatória – é mais do que apenas não contestá-los, é, em certa medida, assegurar-lhe mais força, tornando-se, conscientemente ou não, um de seus replicadores.

Em todo caso, e esse é um outro equívoco que frequentemente se comete no estudo do poder, ele não é sempre e essencialmente repressivo, mas também incita e estimula (em alguma direção). É (também) isso, aliás, que faz com que ele seja aceito pelas pessoas (cf.

Foucault, 1980, p. 119). O poder, nesse sentido, atua na constituição de identidades, na subjetivação do indivíduo, seja quando este vai se conformando à geografia na qual se encontra inserido – adotando, nesse caso, o papel que lhe é oferecido (como aluno disciplinado, dedicado e exemplar, p.e.) e sendo, daí em diante, mais um dos propaladores dessa ordem –; seja quando, em confrontação a essa configuração, ele cria para si papéis alternativos (como o do aluno contestador, o usuário subversivo, o engenheiro educador etc.), na busca por reestruturar o estabelecido (cf. idem, p. 73-4).

O poder, nesse sentido, não deve ser visto ou estudado como o domínio homogêneo e consolidado de um indivíduo ou grupo sobre o restante da sociedade, porque ele é algo que está sempre em circulação, não sendo uma coisa que pode ser conquistada e mantida como um produto ou a riqueza. De fato, o poder é exercido e empregado em uma organização que não se assemelha a uma cadeia de comando, mas a uma rede. Os próprios indivíduos sobre os quais o poder opera são, como visto, os seus veículos (por conta da subjetivação que ele lhes oferece) (cf. Foucault, 1980, p. 98).

Apesar disso, entretanto, ou seja, ainda que se constitua em uma rede, o poder não está democraticamente distribuído. Sua concentração ou distribuição deve ser analisada, então, de forma ascendente, partindo-se dos seus mecanismos mais básicos, e vendo como eles foram sendo progressivamente colonizados por mecanismos e formas cada vez mais globais de dominação. Assim, por exemplo, a internação dos loucos ou o disciplinamento da sexualidade infantil devem ser vistos não como o resultado da realização de um poder burguês sobre esses domínios, em função do interesse econômico que tais ações teriam. Ao contrário, partindo-se do como, porquê e para quê desses fenômenos de repressão ou exclusão, em função do contexto específico em que eles emergem, deve-se analisar de que modo os mecanismos de poder já existentes aí foram se tornando economicamente vantajosos e politicamente úteis, passando a ser colonizados pelas estratégias da burguesia (cf. Foucault, 1980, p. 99-102).

O que de fato aconteceu foi que os mecanismos de exclusão da loucura e da vigilância da sexualidade infantil começaram, em um momento particular do tempo e por razões que precisam ser estudadas, a revelar sua utilidade política e a se emprestar ao lucro econômico, e, como uma consequência natural, de repente, eles começaram a ser colonizados e mantidos por mecanismos globais e pelo sistema inteiro do Estado (cf. Foucault, 1980, p. 101).

Tal análise é, nos termos de Foucault, essencialmente genealógica, no sentido de que ela busca evidenciar as lutas e tensões presentes no momento histórico da emergência daquilo que se está pesquisando (o manicômio, a escola, a linha de montagem, a bicicleta ou as cooperativas de catadores de resíduos sólidos, p.e.) e/ou que estavam por trás de transformações verificadas ao longo do desenvolvimento dele³². Tal processo de reconstrução/descoberta é múltiplo, existindo, assim, uma genealogia para cada área do conhecimento, para cada instituição, para cada dispositivo (cf. Foucault, 1980, p. 81-5). É isso, em outras palavras, aquilo que tentam fazer os estudos que buscam evidenciar tanto o conteúdo político ou social de qualquer mediação técnica, quanto a subdeterminação delas, na ausência desses critérios demarcatórios adicionais.

As análises genealógicas, ademais, permitem-nos não apenas estabelecer o conhecimento histórico das lutas travadas na construção daquilo que veio a se tornar (por algum tempo) canônico, como utilizar esse mesmo conhecimento de forma subversiva contra o ordenamento ou o controle/opressão estabelecido (cf. Foucault, 1980, p. 83). A genealogia, nesses termos, “seria a tática³³ por meio da qual, com base nas descrições dessas discursividades locais, os saberes submetidos, e que foram [por ela] libertados, seriam colocados em jogo” (idem, p. 85).

É fundamentalmente isso o que se busca, em certa medida, com a tecnologia social, a incorporação dos saberes e das demandas efetivas do grupo popular com o qual se trabalha na solução técnica que se almeja construir. O modo, porém, como tal conhecimento – assim como as pautas e identidades que os grupos que o detêm possuem – podem não apenas ser

---

³² Para tanto, deve-se considerar, por um lado, os conteúdos históricos já presentes, mas disfarçados no saber teórico, que evidenciam fissuras e distensões próprias das lutas travadas, e que o saber em vigor busca mascarar. Tais conteúdos são alcançados através da reflexão crítica (cf. Foucault, 1980, p. 81-2). Por outro lado, precisamos dispor também do saber considerado insuficientemente elaborado ou inadequado, como aquele do paciente psiquiátrico, da pessoa doente, de uma comunidade etc. Esse conhecimento, que não tem pretensão à unanimidade ou universalidade, é o conhecimento histórico das lutas travadas, ou seja, aquilo que proverá material para que o criticismo possa realizar o seu trabalho (de produzir ou trazer à tona ‘conteúdos históricos’) (cf. idem, p. 82-3).

³³ Foucault parece utilizar “tática” como sinônimo de “estratégia”, quando ela se refere a micropoderes. À medida que se aumenta a escala do poder, construído a partir da colonização de instâncias e modos locais de poder, temos “estratégias” (cf. Foucault, 1980, p. 149, 159). Já Feenberg, valendo-se de de Certeau, utilizará “estratégia” para se referir às manobras por (mais) poder dos atores dominantes, sendo “tática” os movimentos dos atores desempoderados ou periféricos (também por mais poder) (cf. Feenberg, 1999, p. 112-4; 2002, p. 83-5).

descobertos (no caso, pela equipe técnica), como incidir efetivamente no projeto técnico, é algo que analisaremos em detalhes (apenas) no próximo capítulo.

Contudo, qualquer que seja o grupo (dominante ou dominado) a perseguir o poder (ou a sua reestruturação), este, enquanto materialização de alguma estratégia específica que coloniza instituições, práticas, medidas/regulamentações e saberes, concretiza-se através de dispositivos. O propósito último destes é “gerir, governar, controlar e orientar – de um modo que se pretende útil – os comportamentos, gestos e pensamentos dos seres humanos” (Agamben, 2009, p. 12). Por dispositivo, Foucault entende: 1) o conjunto de relações que podem ser estabelecidas entre os elementos heterogêneos que o compõem: discursos, instituições, formas arquitetônicas, regulamentações, leis, medidas administrativas, afirmações científicas, proposições filosóficas, morais e filantrópicas; 2) relações/conexões estas que variam ou podem variar (bastante) ao longo do tempo; 3) e que emergem enquanto respostas a necessidades urgentes do momento histórico em que surgiram, possuindo, assim, uma função estratégica que é dominante (como a assimilação de uma população economicamente pesada, através do controle e da submissão da loucura, das doenças mentais e da neurose) (cf. Foucault, 1980, p. 194-5).

A gênese dessas relações (ou dispositivo) tem dois momentos principais. No primeiro, prevalece o objetivo estratégico que lhe deu origem. No segundo, em que o dispositivo enquanto tal é efetivamente conformado e habilitado a seguir existindo, a interação entre os diversos elementos que o constituem demandará um reajuste de vários deles e, além disso, terá início um processo contínuo de (re)elaboração da estratégia (cf. Foucault, 1980, p. 195-6). Tomemos, a título de ilustração, o exemplo do encarceramento,

[...] aquele dispositivo que teve o efeito de fazer medidas de detenção parecerem o método mais eficiente e racional que poderia ser aplicado ao fenômeno da criminalidade. O que esse dispositivo produziu? Um efeito inteiramente imprevisto que não tinha nada a ver com o tipo de ardil estratégico da parte de algum sujeito meta ou trans-histórico a concebê-lo e desejá-lo. Esse efeito foi a construção de um meio delinquente muito diferente do tipo de criadouro [*seedbed*] de práticas ilegais encontrado na sociedade do século XVIII. O que aconteceu? A prisão operou como um processo de filtragem, concentração, profissionalização e circunscrição de um meio criminoso. A partir [, porém,] de por volta dos anos 1830, encontra-se uma reutilização imediata desse efeito não intencionado e negativo, uma nova estratégia que veio a ocupar, em certo sentido, esse espaço vazio ou transformar o negativo em positivo. O meio delinquente veio a ser reutilizado para diversos fins políticos e econômicos, como a

obtenção de lucro a partir do prazer, com a organização da prostituição (Foucault, 1980, p. 195-6).

Dessa forma, não é apenas que o poder, na concretização histórica de alguma estratégia, vai demandar todos orgânicos que, dentre outras coisas, subsidiem-no e o justifiquem, mas que tais coisas, uma vez constituídas, não apenas podem produzir efeitos colaterais não antecipados, como se oferecem como espaços para ressignificações e (novas) disputas. Nesse sentido, os movimentos que conduziram, por exemplo, à tecnologia apropriada e, dela, à engenharia engajada do século XXI, emergem como reação aos frutos do desenvolvimento convencional, passam a incidir em, e vão se apropriando de, modernas reflexões sobre a tecnologia (como o construtivismo), e acabam não apenas por desembocar em perspectivas empoderadoras de grupos populares excluídos, do tipo da tecnologia social, como passam mesmo a impactar, ainda que marginalmente, em tradicionais espaços da produção tecnológica tecnocrática (como a indústria química/farmacêutica, confrontada por inúmeras iniciativas de democratização).

Mas como vem a ser de as estratégias se estabelecerem e os dispositivos se constituírem? Isso, para Foucault, não é a consequência da ação de um sujeito ou grupo específico, resultando, ao contrário, da conjugação de ações e reações de diversos atores envolvidos e do papel que eles representam nas relações de poder em que se encontram. Tomemos o exemplo da constituição do dispositivo médico-legal na França do século XIX. Há, aqui, dois grandes grupos que operam como atores centrais no processo: psiquiatras e magistrados. De uma parte, alega Foucault, a psiquiatria acabava de se constituir como campo independente e, dentre outras coisas, precisava demonstrar sua importância, de sorte a se impor como campo profissional e de se fazer escutada. De outra, o código penal estava transitando do discurso da punição e expiação, próprio do suplício, para o da reforma (do condenado) e aprisionamento. Assim, ao identificar a causa da periculosidade de muitos criminosos na loucura que apenas os psiquiatras poderiam diagnosticar e tratar, encontra-se uma estratégia para lidar não apenas com o desafio de se mostrar a importância social da psiquiatria, como com o de se constituir um novo sistema penal, agora reformador. Existem, da parte de ambos os grupos – psiquiatras e magistrados –, necessidades estratégicas, na busca por consolidar suas respectivas posições de poder, e que convergirão para o dispositivo prisional do século XIX (cf. Foucault, 1980, p. 204-206).

A estratégia, em Foucault, tem, assim, uma perspectiva bastante semelhante ao conceito militar, enquanto manobra ou artil que precisa ser adotado, muitas vezes, em associação com outros atores ou grupos de atores, de sorte a que “determinada relação de forças não apenas se mantenha, mas se acentue, estabilize e amplie” (Foucault, 1980, p. 206). De maneira geral, as estratégias, como aquela que preside à constituição do dispositivo médico-legal, organizam de forma mais ou menos coerente e unitária as condições gerais de dominação estabelecidas em determinada configuração de relações de poder. São elas que dão forma e coerência à heterogeneidade dos elementos que constituem o dispositivo, adaptando-os, reforçando-os e transformando-os (cf. Foucault, 1980, p. 142).

Nesse sentido, uma vez mais, seja para a compreensão do ordenamento atual, seja para a sua eventual superação, é ingênuo e de pouca serventia analisá-lo como se ele não fosse a resultante contingente da configuração das forças dos múltiplos atores e estratégias particulares que estão em jogo. Quanto menos local é a dimensão da disputa, tanto mais atores estão em ação. E todos eles, para conseguirem avançar suas próprias posições, terão que se associar, de um modo ou de outro, com outros. Mas, ao fazerem isso, suas estratégias particulares terão que ser em alguma medida reconfiguradas, de sorte a conseguirem incorporar aquelas de seus aliados. É uma articulação dessas, mas contra-hegemônica, que, de alguma forma, é estabelecida nas iniciativas exitosas de democratização da tecnologia, como na constituição de cooperativas de catadores (em meio a uma conjuntura política e legal favorável às pautas desse segmento da população), ou na obtenção de acesso a drogas contra AIDS ainda em teste (cf. Colins & Pinch, 1998, cap. 7).

As estratégias, entretanto, não criam inicialmente os elementos de que se valem na constituição dos dispositivos que as materializam. No caso, por exemplo, das práticas de exclusão da loucura e vigilância da sexualidade infantil apresentadas anteriormente, a burguesia não as inventa, mas promove a colonização de tais práticas, que se originam em contextos que nada têm a ver com trabalho ou produção, através de uma estratégia que lhe será particularmente importante para a maximização do lucro (ou redução dos custos), o controle ou disciplinamento do corpo humano.

[a] burguesia está interessada em poder, não na loucura, no sistema de controle da sexualidade infantil, não nesse fenômeno por si mesmo. A burguesia não poderia se interessar menos pelos delinquentes, por sua punição ou reabilitação, que tem pouca importância econômica, mas ela

está interessada no complexo de mecanismos com os quais a delinquência é controlada, perseguida, punida e reformada (Foucault, 1980, p. 102).

Dito de modo inverso, teríamos: “[...] operações conceituais e práticas, ao estabelecerem certas novas formas de objetos e relações, engendram possibilidades estratégicas e, em particular, proveem uma matriz de cristalização para os efeitos organizados das estratégias” (Foucault, 1980, p. 252). É o que acontece, por exemplo, com o uso civil da Internet, que é originalmente uma tecnologia militar. O desenvolvimento dessa tecnologia, que materializa em si disputas ainda não resolvidas entre múltiplos atores poderosos – e suas estratégias –, permitirá que novas estratégias emergjam, com um grande potencial, ainda por medir, de rearticulação dos poderes regionais e globais instituídos. Esse seria o caso das narrativas alternativas àquelas dos grandes meios de comunicação; da possibilidade de vigilância quase total dos cidadãos e, em sentido oposto, da publicização, por *hackers*, de informações políticas ou econômicas importantes, mas sonegadas aos cidadãos; da construção, no limite, disso que vem sendo chamado de pós-verdade.

Uma vez, contudo, materializada em (algum) dispositivo(s), a estratégia dará à luz e demandará saberes específicos (que embasem, possibilitem e justifiquem a configuração de poder que se constrói ou se assegura com ela – como o discurso psiquiátrico sobre a loucura³⁴ ou tecnocrático sobre a gestão e o desenvolvimento da tecnologia), assim como será capaz de produzir novas práticas sociais e/ou institucionais, como o panóptico, o hospital (moderno), a escola, o presídio (cf. *idem*, p. 249-50), a produção agrícola sob o paradigma da revolução verde etc.

Ao mesmo tempo, como se disse, as estratégias também são, ou sempre podem ser, transformadas a partir da inércia, dos deslocamentos e da resistência que geram. Com isso, “não se deve assumir [...] uma estrutura binária com 'dominadores' de um lado e 'dominados' do outro, mas, ao contrário, uma produção multiforme de relações de dominação, que são espacialmente suscetíveis de integração em estratégias gerais” (Foucault, 1980, p. 142).

---

³⁴ Com efeito, o discurso sobre a loucura só pode ser entendido a partir da relação entre psiquiatra e paciente. É da configuração de poder que se estabelece aí, com o médico passando a deter um controle cada vez mais absoluto sobre o louco, que se fundará o saber psiquiátrico. Do mesmo modo, e em sentido inverso, um saber assim produzido vai encetar, permitir ou suportar uma relação na qual o paciente, ignorante desse conhecimento, estará cada vez mais submetido ao médico, que detém e desenvolve essa verdade (cf. Foucault, 1998, p. 73).

*****

Em síntese, então, ainda que enxergue o poder enquanto essencialmente emergente das relações humanas e como resultante sempre transformável das forças e estratégias em jogo, nem por isso, como se viu, Foucault concebe que sua democratização seja algo trivial. Contra ela, operam, hoje, dispositivos absurdamente poderosos, como todos aqueles que compõem a base do ordenamento tecnocrático do mundo, desde instâncias como o Banco Mundial e o Fundo Monetário Internacional, até o sistema de patentes, os sistemas de pesquisa técnico-científicos (ligados ou não ao complexo militar-industrial), as redes educacionais e de seguridade social etc.

Contudo, se Foucault está certo, não apenas democratizações locais são possíveis (como todas aquelas elencadas por Feenberg com respeito ao desenvolvimento sociotécnico), como elas podem formar atores e estratégias progressivamente mais fortes, que podem, com isso, ir se potencializando para futuras disputas pela reconfiguração do poder em nível regional ou global. Além disso, como se viu, se tais democratizações lançam mão de estratégias genealógicas na (re)construção técnica – como a pesquisa-ação tem a pretensão de fazê-lo –, saberes e valores silenciados na estruturação da vida de grupos hegemonzados podem ser recuperados e incorporados ao jogo da produção técnica. É mais ou menos nessa dupla perspectiva (democratizante e empoderadora) que muitos daqueles que atuam no campo da tecnologia social hoje no Brasil se compreendem.

A possibilidade de que atores e estratégias em algum grau distintos dos hegemônicos consigam incursões em certa medida surpreendentes no âmbito global do poder é testemunhada pelos eventos recentes da saída da Inglaterra da União Europeia e da eleição de Donald Trump à presidência dos Estados Unidos. Mesmo a assim chamada Primavera Árabe e, em menor medida, as manifestações de junho de 2013 no Brasil tiveram, em nível regional, impacto re-estruturante sobre o poder. Que tais acontecimentos não redundem necessariamente em transformação radical da realidade mostra, de um lado, que a estruturação do poder é inevitavelmente reticular, demandando alianças e readequação de estratégias e dispositivos para se impor e/ou se manter. De outro lado, não obstante, tais eventos trazem consigo inevitáveis consequências que afetam a vida das pessoas, a operação de múltiplos dispositivos e o ordenamento social (e a configuração das forças que o mantém).

Ou seja, atores habilidosos, tendo à sua disposição estratégias tornadas disponíveis através de consequências intencionadas ou não de novos dispositivos (como os da vigilância) e tecnologias (como a Internet e suas redes sociais), como é o caso já mencionado da assim chamada pós-verdade, com a sobrevalorização das versões em detrimento dos fatos (ou de versões mais críveis ou racionais deles), tais atores podem conseguir subverter o ordenamento hegemônico, ainda que marginalmente. E esse feito é tão mais inesperado, quanto menos atento se esteja à mobilização dos múltiplos atores sociais, do nível micro ao macro do poder, e à pluralidade de alianças estratégicas e de estratégias individuais tornadas disponíveis pela conjuntura técnica e socioeconômica em que se vive. Nada impede, nesse sentido, que, em algum momento, tais reconfigurações possam emergir de forças (verdadeiramente) populares e democratizantes.

Seja como for – e este é um ponto central –, não se deve jamais esquecer que o poder se sustenta fundamentalmente sobre os indivíduos, cujas relações, nas instâncias de interação social de que participam, ele busca colonizar e informar, de modo a produzir replicadores de sua(s) estratégia(s), que fortalecem ou estabilizam a configuração atual dele. Mas esse mesmo poder que provê subjetivação, identidade, não pode sobreviver inviolado à deserção de seus sustentadores (ou de parte significativa deles). E isso nos lança de volta ao dado insuperável da necessidade de alianças e readequações de estratégias, por meio das quais reconfigurações eventualmente empoderadoras de grupos populares podem ser conseguidas, desde que, claro, os concernidos sejam hábeis o suficiente para impô-las.

A perspectiva política aqui, nesse sentido, está longe de ser a construção de uma ruptura radical, como uma revolução. Ao contrário, o que se pretende com iniciativas como a tecnologia social – do modo como ela está sendo apresentada nesta tese – é a reconfiguração, a partir da base e gradativamente, dos arranjos de poder. Reconfiguração que passa não apenas pelo empoderamento popular, mas que pressupõe, ao mesmo tempo, um processo de aumento de conscientização desses grupos e daqueles indivíduos que caminham com eles (e.g., engenheiros educadores); processo que se busca assegurar através da educação popular.

Parte do passo seguinte a este, da constituição dos novos dispositivos capazes de gerar as outras formas de conhecimento (científico e tecnológico) necessárias para amoldar um ordenamento sociotécnico de acordo com a nova configuração/distribuição de forças

almejada, algo que resulta igualmente desse mesmo princípio estratégico de empoderamento popular, será trabalhado no próximo capítulo.

2.5 Especificidade e urgência da tecnologia social

Partimos, neste capítulo, da constatação de que o desenvolvimento técnico é subdeterminado pelo problema e pelos dados iniciais, de sorte que, em tese, múltiplas soluções distintas podem ser desenvolvidas em cada projeto técnico que se tome. Na prática, então, condições de contorno adicionais, impostas pelas forças sociais que lograram ter seus interesses ou perspectivas consideradas no projeto, operam como instância definidora da solução técnica. E isso, que lança o desenvolvimento técnico no terreno das disputas políticas, é uma condição insuperável do modo de ser da técnica.

Por conta dessa sua filiação também social, a técnica não tem como ser neutra, já que a incorporação de determinada perspectiva de valor, traduzindo alguma estratégia específica, como a do controle, dominação e lucro própria das assim chamadas tecnologias convencionais (como o paradigma do *agrobusiness* e o da medicina curativa alopática), impede que outros valores, como a sustentabilidade ambiental e o empoderamento social, com os arranjos do poder que pressupõem, sejam tão bem servidos quanto os primeiros. Mais do que isso, a técnica legislaria sobre o mundo, no sentido de que os valores sociais que atuam na delimitação das suas condições de contorno são reforçados ou estabilizados socialmente, à medida que a solução que os incorpora é introduzida e operada no mundo da vida. A técnica, nesses termos, seria mais um dos dispositivos de que se vale o poder para assegurar sua posição ou conformação.

Há, desse modo, um amalgamento entre sociedade e técnica, uma realidade sociotécnica una, no sentido de que esta demanda a outra para ter as condições de contorno do seu desenvolvimento definidas, ao mesmo tempo em que os valores sociais traduzidos ou delegados em uma solução técnica conformam a sociedade na qual ela é introduzida.

As estratégias de poder que os valores que vêm a ser incorporados representam tendem a ser estabilizadas na construção de códigos técnicos. Neles, fecha-se a pluralidade hermenêutica de sentidos e usos possíveis de uma técnica, tornando canônico um único

deles, ao mesmo tempo em que se cristalizam as especificações da funcionalidade que, para a configuração estabelecida do poder, mostra-se a mais apropriada. Daí em diante, e com base no regime de conhecimento demandado pelos dispositivos de sustentação do ordenamento instituído – como o regime tecnocrático –, soluções alternativas às canônicas ou não serão passíveis de ser enunciadas, a partir dos conhecimentos produzidos (como analisaremos no próximo capítulo), ou serão meramente reputadas e deslegitimadas como ideológicas, ineficientes ou perversas do ser mesmo da técnica.

Trata-se, nesse caso, como não seria difícil de imaginar, fundamentalmente de parte das estratégias da configuração de poder instituída, de modo a não se ver ameaçada ou reformulada. Tais alegações, não obstante, não encontram fundamento, seja na compreensão construtivista do amalgamento sociotécnico, como se viu, seja na singularista e genética de Simondon. De fato, segundo a apropriação que se fez aqui das ideias deste, ainda que subjaza um ser próprio da técnica, que lhe é exclusivo e que deveria presidir ao seu desenvolvimento autêntico, a introdução ou consideração de valores sociais no processo de seu desenvolvimento dá-se em três momentos ou contextos: na configuração da ordem do antecipado, que é condição psicológica fundamental para a invenção; na seleção, dentre múltiplos caminhos de evolução autêntica, daquele(s) que encontrará/ão as condições sociais mais propícias para florescer; e na possibilidade de consideração, no funcionamento dos modernos indivíduos técnicos (pós advento da microeletrônica), de demandas, condições e/ou necessidades específicas do grupo humano que os opera, utiliza ou está sujeito aos seus efeitos, e/ou do meio natural no qual eles são operados.

Ou seja, ao se reconhecer que a técnica é espaço autêntico de luta política, constituindo, com a sociedade que a produz, um amalgamento indissolúvel, não se abre mão de um critério demarcatório claro para o fenômeno técnico. Para além disso, se a perspectiva mediadora e harmonizadora de Simondon deve ser considerada, a evolução autêntica da técnica deveria conduzir-nos mais em direção ao horizonte buscado pela tecnologia social, do que àquele oferecido, via de regra, pela tecnologia convencional. E se esse não é o caso, tal coisa se deve não à técnica nela mesma, mas a uma histerese cultural, causada pelos múltiplos dispositivos do poder instituído, que nos impede de caminhar, técnica e socialmente, na direção que a nossa expertise já nos faculta, ao menos parcialmente, há décadas.

Pode-se chegar a constatação similar, que reconhece essa dupla cidadania da técnica – como, de um lado, uma com a sociedade e, de outro, algo singular em si próprio – no diálogo com a tradição crítica. Nesse caso, não obstante, substituímos um olhar que, com Simondon, enxerga a técnica por ela mesma, por outro que a toma e a mede a partir do lugar do ser humano. Isso pode ser feito por meio da teoria da dupla instrumentalização de Feenberg. É ela que nos permitirá perceber que não existe algo como uma racionalidade técnica ou tecnológica a presidir, absoluta, o desenvolvimento técnico e a invadir o mundo da vida. O que existe, antes, é a prevalência hegemônica de dispositivos capitalistas, que colonizam não apenas a técnica, como as diversas dimensões da vida e das relações sociais.

Nesses termos, então, teríamos, uma vez mais, um dual na técnica, reconhecido na racionalidade sociotécnica, que conforma a tecnologia (com sua singularidade, mas subdeterminada) às configurações de poder que se impõem nos múltiplos espaços em que ela é desenvolvida.

Por esses dois caminhos, desaguamos no mesmo lugar, na constatação da natureza necessariamente política de todo desenvolvimento tecnológico. Desse modo, lutar pela transformação da realidade social, que só pode ser obtida através de uma reconfiguração do poder, em nível local, regional e/ou global, pressupõe também a luta pela transformação do ordenamento técnico. De forma mais precisa, na verdade, a luta aqui é única, pela transformação da realidade sociotécnica, que estabiliza, através de seus múltiplos dispositivos – dos quais, como se viu, a técnica é um dos que se tem à disposição –, a configuração vigente do poder.

Tal luta – porquanto o fundamento do poder resida de forma mais originária no indivíduo, nas múltiplas relações sociais de que ele é parte, e dado que, nas suas estruturas macro, o poder nada mais é do que a configuração contingente e sempre em algum nível instável de estratégias que se impõem através da colonização de instâncias cada vez mais básicas dele – pode ser travada a partir de coletivos inicialmente locais, como se busca fazer com o desenvolvimento de tecnologia social, ou de grupos de vinculação pontual, como nas redes de interesse da democratização de Feenberg. Em ambos os casos, o resultado desse processo, quando exitoso, conduz a algum grau de rearranjo do poder e/ou de renegociação das estratégias que o mantêm. Nisso, outras perspectivas substantivas são ou podem vir a ser viabilizadas ou potencializadas, tomando forma, por exemplo, na criação de instâncias de escuta/consulta, no cuidado ou atenção mais integral às pessoas (pacientes,

funcionários, comunidade atingida por algum empreendimento, grupo excluído assistido etc.), ou no cuidado com relação ao meio ambiente.

*****

Há, não obstante, algumas especificidades da tecnologia social, em face a outras formas de democratização da técnica, que a tornam não apenas singular, como urgente.

Sua singularidade emerge da combinação do grupo ao qual ela se volta (socialmente marginalizado), com a metodologia de trabalho utilizada em seu desenvolvimento (participativa) e a perspectiva, no geral comunitária e sistêmica, que se busca adotar nele. O foco em grupos marginalizados permite que essas vozes, usualmente pouco escutadas e consideradas nos arranjos estratégicos a governar as distintas instâncias e níveis sociais, possam se fazer ouvir em algum grau e, como isso, passem a incidir na conformação do mundo do qual, na configuração atual, são as maiores vítimas. A metodologia da pesquisa-ação (ou alguma perspectiva participativa equivalente), com o processo que ela pressupõe de educação popular, permite não apenas o resgate genealógico de saberes e valores sufocados ao longo das sucessivas derrotas desses grupos, na construção do ordenamento sociotécnico de que são parte, como a incorporação deles na conformação das tecnologias que se lograrão construir a partir daí. A perspectiva comunitária e sistêmica permite que estratégias mais harmonizadoras, tanto em termos sociais quanto ambientais, sejam concebidas ou buscadas, operando, como é o caso do ecofeminismo de Vandana Shiva (1988), como verdadeiras quebras paradigmáticas na nossa compreensão de mundo e de vida/atuação nele³⁵.

---

³⁵ Na compreensão ecofeminista de Shiva, o entendimento é o de que aquilo que Weber vai chamar de desencantamento significou, na verdade, não propriamente o banimento de uma perspectiva substantiva do mundo, mas, de modo mais fundamental, do feminino, enquanto dimensão do cuidado, da harmonização, da diversidade, da justiça e da (re)produção. É isso que conduzirá, seja à racionalidade instrumental, à unidimensionalidade ou à colonização do mundo da vida pelo sistema. Tal coisa, entretanto, não representaria, como entende Heidegger (cf. 1977), um desvelamento do *Ser* que, pelo reforço da técnica moderna (ou tecnologia) e do regime de correção que se estabelece em tal desvelamento (cf. idem, p. 6; Heidegger, 1998 [1962], p. 132-8), aprisiona-nos a essa clareira existencial (cf. Heidegger, 1977, p. 13-21; Dreyfus, 1995, p. 100), destituindo-nos da nossa dimensão mais primordial, a do cuidado do *Ser*, na predisposição e atenção a novos desvelamentos que ele pode nos oferecer (cf. Heidegger, 1977, p. 25-8). Esse não seria o caso por três razões. Primeiro, porque, como o testemunha a eclosão do ecofeminismo, outros modos-de-ser-no-mundo, substancialmente distintos desses do controle e do estar à disposição puros – que o ecofeminismo atribui ao masculino, quando o feminino é banido do espaço público – são passíveis de emergir. Além disso, em segundo lugar, esses novos modos podem, igualmente, subsidiar a construção de mediações técnicas. No caso de Shiva, um exemplo marcante disso seria a agroecologia, que integraria de forma mais harmoniosa, nos termos dela, o

A aposta na tecnologia social se fundamenta, assim, não apenas no fato – em si indisputável – de que, na democracia, um mundo socialmente mais justo só pode ser construído quando todos tiverem voz e vez em sua conformação, especial ou mais urgentemente, aqueles que menos as têm em nossos dias. Para além dele, há um entendimento, em boa medida corroborado por muito daquilo que já se logrou obter em termos de TS, seja nos empreendimentos agroecológicos/ecofeministas da Índia, seja em múltiplas iniciativas de tecnologia social mundo afora, de que alternativas à estruturação e à significação da vida moderna não apenas mais sustentáveis, como provedoras de mais sentido e realização, podem ser eventualmente encontradas ou construídas lá.

Desse modo, com o desenvolvimento de tecnologia social, teríamos a chance de resgatar genealogicamente, por assim dizer, valores e perspectivas que foram varridos do mundo dito civilizado com o seu desencantamento substantivo, levado a cabo, como estratégia e de distintas maneiras, por atores sociais poderosos, a partir da modernidade. Estaríamos, por meio da TS, resgatando tais elementos, ou, de forma talvez mais apropriada, simplesmente nos reapropriando da nossa bidimensionalidade e nos redescobrimos capazes de transcender substantivamente o estabelecido, concebendo outros sentidos e espaços de realização da vida, bem como estratégias de como fazê-los florescer.

Não é de se estranhar, ademais, que tais elementos sejam redescobertos e inicialmente reintroduzidos na conformação sociotécnica do mundo, por meio daqueles que, deixados à margem dos benefícios da modernização e, de certa forma, também da subjetivação desencantadora e individualista que a presidiu, conseguiram manter alguma conexão com essa dimensão encantada pré-moderna. A partir disso, então, esses valores, perspectivas e estratégias podem se oferecer tanto para a conformação local do ordenamento sociotécnico (nas soluções que se constroem de TS), quanto para pautas e horizontes de mundo que podem conformar novas configurações de poder em nível regional ou global, a partir da possível associação desses grupos locais excluídos entre si e/ou com outros grupos/atores que se identifiquem com tal estruturação.

---

masculino e o feminino. Há, nesse sentido, nos termos de Feenberg, simplesmente uma perspectiva de instrumentalização secundária distinta da capitalista tecnocrática padrão. Por fim, tais emersões não parecem implicar a instituição, ontologicamente fundamentada, de um novo e único regime de correção, mas, ao contrário, parecem apontar na direção de algo como o pluralismo estratégico de Lacey (cf. 2014, p. 677-8), com, por assim dizer, distintas perspectivas de verdade que não se excluem necessariamente, mas que podem, mesmo, interagir de maneira mutuamente profícua.

É precisamente por isso, porque aponta para horizontes sociotécnicos alternativos ao não sustentável, desempoderador e “unidimensionalizador” de nosso tempo, e porque, em algum grau, já dá conta de materializá-los em nível local, que a tecnologia social, enquanto estratégia e ideal de desenvolvimento técnico, apresenta-se como urgente.

Mais, ao viabilizar possibilidades de mediações técnicas que conduzem a um maior grau potencial de harmonização das sociedades humanas com o mundo natural em que vivem, e de nos facultar revoluções culturais que nos permitem desabrochar outras de nossas potencialidades, a tecnologia social representa não apenas caminho privilegiado para que tais mediações possam vir a ser concebidas, como, em si, metodologia ou estratégia de desenvolvimento técnico particularmente respeitadora da singularidade e da dignidade próprias da técnica. Na prática, então, como já se observou em outras partes neste capítulo, a tecnologia social se mostra, muito frequentemente, inclusive como tecnicamente mais autêntica do que a média daquilo que se tem no desenvolvimento da tecnologia convencional.

3. DEMOCRATIZAÇÃO E TECNOLOGIA SOCIAL: QUESTÕES EPISTEMOLÓGICAS

No primeiro capítulo desta tese, apresentamos o objeto central de nosso estudo, a tecnologia social. No capítulo anterior, desenvolvemos os fundamentos teóricos do entendimento da técnica como uma construção que, ainda que preserve sua singularidade, é, não obstante, indissociável da sociedade em que é construída e conformada; sociedade que, por outro lado, ela própria constrói e conforma. Isso nos levou à constatação de que o desenvolvimento tecnológico é também uma arena política, de sorte que, em um ideal de vida social democrática, “[n]ão há democracia boa sem democracia técnica! [E,] inversamente, não há boa técnica sem democracia!” (Callon, 2010, p. 226). Nesse cenário, a tecnologia social, em sua explícita intenção política de construir um novo mundo possível, mundo socialmente mais justo, democraticamente mais empoderado e ecologicamente mais sustentável, mostra-se não apenas como legítima em termos técnicos, como urgente em termos sociais e ambientais.

O exercício, porém, da democratização ou popularização (que parece mais apropriado para a TS) da tecnologia não é algo que se obtém a partir unicamente da mobilização social, ao modo como, por exemplo, as leis podem ser construídas e as instituições, transformadas. As mobilizações são, nesse sentido, condição necessária, para a democratização ou popularização³⁶, mas não condição suficiente. Com efeito, porquanto a tecnologia demande, para ser produzida, não apenas de, no geral, profissionais capacitados para tanto (via de regra, engenheiros), como de conhecimentos adequados que a subsidie, transformá-la pressuporá que essas duas coisas – engenheiros e conhecimento – sejam também asseguradas. Neste capítulo, estaremos particularmente interessados no segundo desses elementos, a produção de conhecimento que torne possível a democratização da tecnologia em geral e a produção de TS, em particular. No próximo capítulo, avançaremos na análise da formação/sensibilização dos engenheiros para essas causas e atuações contra-hegemônicas.

Para empreender o trabalho que nos concerne neste terceiro capítulo, na primeira parte dele, buscaremos identificar os tipos de conhecimentos envolvidos na produção

---

³⁶ Democratização e popularização não são necessariamente sinônimos. A popularização poderia ser entendida como um caso particular de democratização, no qual o empoderamento que se obtém é de grupo(s) popular(es).

tecnológica. Eles são, fundamentalmente, de duas ordens: conhecimentos produzidos pela ciência e conhecimentos produzidos pela engenharia. Com isso, nas duas partes seguintes, poderemos analisar cada um desses dois grandes tipos de conhecimentos, apresentando tanto os seus aspectos demarcatórios – que os distinguem e singularizam em relação ao modo como outros conhecimentos são produzidos –, quanto os meios através dos quais, ainda que diferenciadas das outras instituições sociais, ciência e tecnologia podem ser desenvolvidas de sorte a responderem melhor a demandas democratizantes ou popularizadoras.

Especificamente no que concerne à ciência, que será trabalhada na segunda parte, dialogaremos com Hugh Lacey e o seu modelo ciência-valores. Defenderemos a tese de que, compreendida como Lacey a compreende, a ciência pode efetivamente ter a sua imparcialidade assegurada a partir dos mecanismos internos já existentes em seu *ethos*. Contudo, no que tange ao ideal da neutralidade, aquele que está diretamente relacionado à produção de conhecimento científico plural, capaz de subsidiar, em igual medida, tanto tecnologia convencional quanto implementações tecnológicas construídas de acordo com perspectivas de valor distintas das hegemônicas (ou seja, de subsidiar a democratização da tecnologia), tentaremos mostrar que, para conseguir isso, não é suficiente apenas a garantia externa das condições para que o pluralismo estratégico seja possível (fundamentalmente, recursos, não subversão do *ethos* científico e equanimidade nas perspectivas de valor incidentes sobre a ciência). Juntamente com isso, é necessário que existam instâncias democráticas ou populares internas, que, em alguma medida, logrem conduzir a ciência ao diálogo. Exemplo dessas instâncias são os fóruns híbridos, que serão apresentados na primeira seção da quarta parte.

Com relação ao conhecimento produzido pela engenharia, que analisaremos na terceira parte, vamos nos focar, em particular, naqueles envolvidos na, e demandados pela, atividade do projeto técnico. Eles seriam fundamentalmente de três tipos: conhecimentos produzidos segundo o método científico; conhecimentos relacionados ao projeto técnico; e, dentre estes últimos, conhecimentos relacionados àquilo que chamaremos de arte da engenharia. A nossa tese é a de que os dois primeiros tipos de conhecimentos são democratizáveis ou popularizáveis a partir da tradução, nos dois primeiros estágios do projeto, dos valores e demandas democráticos ou populares em especificações técnicas. Já a

arte da engenharia, cuja transformação é algo mais profundo e, nos termos de Vincenti (apropriando-se de Kuhn), radical, pressupõe a construção de outra forma de enxergar tecnicamente o mundo; construção essa que, na perspectiva democratizante ou popularizadora que temos buscado subsidiar, requererá, em alguma medida, a incorporação, pelo engenheiro, de valores e saberes do grupo popular com o qual ele pretende trabalhar. Na segunda seção da quarta parte, ilustraremos tal processo, revisitando dois exemplos de tecnologia social apresentados no capítulo um.

Com isso, na quinta e última parte, apresentaremos uma síntese dos principais resultados alcançados ao longo deste capítulo, concluindo com os passos seguintes que esta pesquisa precisará seguir, de sorte a aprofundar e fundamentar com mais solidez alguns pontos das teses aqui defendidas.

3.1 Produção técnica e tipos de conhecimentos envolvidos

A resposta à questão sobre o tipo de conhecimento que subsidiaria o desenvolvimento da técnica moderna está longe de ser consensual. Como veremos em mais detalhes mais à frente, segundo Mitcham (cf. 1995, p. 193-4), esse conhecimento seria de quatro tipos principais, indo das habilidades sensório-motoras (que se aprendem por tentativa e erro, ou por imitação – como o modo mais apropriado, por exemplo, de soldar um circuito, rebitar uma placa metálica ou operar determinado equipamento) até as teorias tecnológicas (i.e., ciência aplicada (como a aerodinâmica) ou elaboração científica de conhecimentos técnicos específicos (obtidos, por exemplo, a partir da variação de parâmetros do objeto estudado, como a hélice de um avião)). Para aqueles que defendem a tese da engenharia como (potencialmente) ciência aplicada, quanto mais ela se desenvolvesse, tanto mais o conhecimento que a fundamenta se deslocaria em direção ao polo “teorias tecnológicas”, afastando-se das habilidades sensório-motoras, que, por serem apenas tácitas, não passíveis de conceituação teórica, seriam marca – a ser superada (e superável!) – da pré-modernidade. Para Mitcham, contudo, na prática cotidiana do projeto técnico, os quatro elementos seguiriam sempre coexistindo e se conjugando, ainda que em graus distintos. O entendimento, com esse tipo de abordagem epistemológica que ele adota,

é que, se o conhecimento é a crença verdadeira justificada, então as crenças verdadeiras na construção e no uso de artefatos, ou seja, o conhecimento técnico, (só) podem ser justificadas com o apelo não apenas a teorias, mas também a habilidades, máximas, leis e/ou regras.

O dissenso no que concerne ao conhecimento que fundamenta a tecnologia é de várias ordens. Para além dessa disputa, em certo sentido bizantina, sobre o status epistemológico de habilidades, máximas, leis e regras, existem outras discordâncias. Uma delas se refere ao questionamento de se o único conhecimento teorizável do qual parte a tecnologia é o científico. Para os que se opõem à tese da ciência aplicada nesse quesito, a engenharia não apenas importa ou traduz teorias científicas (em versão útil para a sua prática projetiva), como também produz conhecimento teórico próprio. Outra discordância versa sobre a necessidade de a descoberta/desenvolvimento do conhecimento científico presente em, ou justificador de, um avanço técnico ter ou não que necessariamente preceder a este (cf. Boon, 2011, p. 63).

O que a história da técnica nos mostra, de todo modo, parece indicar que ainda que a ciência seja amplamente utilizada na maioria dos avanços tecnológicos, nem sempre ela os precede. Esse seria o caso de diversas técnicas que emergiram antes de se ter o conhecimento científico necessário para justificá-las ou fundá-las, como a engenharia egípcia (pirâmides) e romana (aquedutos), o uso medicinal de algumas drogas em diversas culturas antigas (como a cocaína e a quinina) e certos processos industriais (como a fermentação e a produção de tinturas). No caso mais recente da máquina a vapor, ademais, tal técnica não apenas não foi inventada a partir de alguma teoria e/ou por cientistas, como, ao contrário, foi a partir dela que se desenvolveu a termodinâmica (cf. Cupani, 2011, p. 172 [170]; Laudan, 1984, p. 10; Ropohl, 1997, p. 66). Ao mesmo tempo, por outro lado, a existência das modernas escolas de engenharia, nas quais se ensinam conteúdos que vão muito além das tradicionais ciências (da natureza), seria prova de que existiria conhecimento teorizável na engenharia que transcenderia aquele de origem científica (cf. Laudan, 1984, p. 8).

Além disso, e uma vez mais contrariamente à tese da ciência aplicada, mesmo o conhecimento teórico derivado da ciência seria algo distinto de uma mera cópia ou incorporação passiva, indicando haver algum grau de construção/produção teórica da parte dos engenheiros, inclusive na tradução que eles fazem de tal conteúdo (cf. Cupani, p. 172-

174 [170-172])). Isso aconteceria porque, na medida em que a engenharia está relacionada à produção de algo, o conhecimento do qual ela parte em sua atividade precisa ter determinadas características que o tornem aplicável/útil para o projeto. É esse tipo de customização da ciência que acontece, por exemplo, quando se introduzem simplificações, incorporam-se dados e acrescentam-se condições de contorno às teorias científicas disponíveis (cf. Vincenti, 1990, p. 112-113)³⁷.

Dissecando a relação e as fronteiras demarcatórias de ciência e técnica, Radder (2009) segue um outro itinerário, também interessante, e que reforça tal entendimento de proximidade ou interdependência, mas inegável diferença ou irreducibilidade, entre conhecimento técnico e científico. Para tanto, ele parte da constatação de que muitos definem a ciência como a busca por conhecimento teórico e explicativo. Tal definição, contudo, apresentaria problemas, porque, por exemplo, nem todo conhecimento científico é teórico (como as taxonomias). Já a técnica, de sua parte, seria classicamente entendida como a busca por produzir coisas ou processos socialmente úteis. Mas essa tampouco é uma boa demarcação. De fato, por um lado, a técnica (ou engenharia) não apenas produz coisas ou processos, como também produz e utiliza conhecimento, sendo o conhecimento relacionado ao projeto algo central. Por outro lado, ademais, produzir coisas, gerando e utilizando projetos, é algo familiar também à ciência, estando abundantemente presente nas áreas observacional e experimental dessa atividade. A demarcação poderia estar, então, na utilidade social. No entanto, se se entender com isso que tal utilidade deva estar presente e

---

³⁷ Trata-se, por assim dizer, fundamentalmente de duas coisas aqui. De uma parte, de superar as inevitáveis abstrações presentes nas teorias científicas, que lidam com classes ideais e universais de elementos, tornando-as (as teorias) operacionais para o contexto técnico específico ao qual elas estão sendo incorporadas. De outra, de agregar ao projeto elementos outros imprescindíveis ao funcionamento daquilo que se busca produzir, mas que não estão teorizados, seja porque a ciência ainda tem que avançar nessa fronteira, seja porque, eventualmente, são conhecimentos não teorizáveis ou universalizáveis (também porque são inevitavelmente contingentes e/ou locais). É algo próximo ao ilustrado em um tipo de piada comum no meio dos engenheiros, que, em uma de suas formulações, dá conta de um fazendeiro rico, cujo filho decidiu estudar física, a contragosto do pai. Ao fim do curso, e de modo a provar ao pai o equívoco do juízo deste acerca de sua escolha profissional, o filho se oferece para resolver algum problema que ele estivesse enfrentando na fazenda. O pai lhe pede, então, que encontre uma solução para o desafio de aumentar a produção leiteira de suas vacas. Ao cabo de alguns meses de estudo intenso, o filho julga-se preparado para oferecer ao pai a solução por que este tanto esperava. Começa, assim, a explicá-la a seu genitor: “considere as vacas como esferas perfeitas que imanam leite homogeneamente em todas as direções...”. Por trás dessa piada de engenheiros, que, claro, quer mostrar a importância não apenas da sua atuação profissional, mas do modo específico como ela é feita – na incorporação e manipulação, inclusive, do conhecimento científico à disposição –, jaz uma constatação, da parte deles, ao menos, tanto de que a engenharia não procede a partir da mera aplicação de conhecimento científico estabelecido, quanto de que parece haver outros elementos epistemológicos, para além da (apropriação e manipulação da) ciência, que desempenham papel importante na produção técnica.

explícita desde o começo, muitos projetos técnicos não seriam enquadrados³⁸. Se, por outro lado, conceder-se que tal utilidade pode emergir com o tempo, muita pesquisa científica seria (também) tecnológica (cf. Radder, 2009, p. 66-68).

Seguindo nesse mesmo itinerário, Radder se volta, por fim, para a distinção entre ciência experimental e técnica. O seu ponto de partida aqui é o de que o sucesso em um experimento, em laboratório, não implica, de *per se*, no êxito da correspondente tecnologia experimental, quando usada e difundida nas mais diversas condições de operação. De fato, por exemplo, um processo de fusão nuclear que funciona bem no laboratório não significa que todos os elementos para a construção de um reator estável e reproduzível para uso comercial estejam assegurados. Do mesmo modo, testes laboratoriais exitosos para vacinas contra uma doença X, por exemplo, não produzirão necessariamente uma terapia que funcione ostensivamente para todos os (ou a maioria dos) pacientes. Nota-se, então, que há um passo entre a ciência experimental e o desenvolvimento comercial da técnica – estável e reproduzível – que vai muito além da mera tradução direta do conhecimento científico produzido, tanto teórico quanto experimental. Trata-se, para Radder, da questão do *scaling-up*, que demanda um conhecimento adicional àquele que a ciência é capaz de prover (cf. Radder, 2009, p. 81-83).

O que Radder parece tentar evidenciar é que, na transposição daquilo (conhecimentos e artefatos) que se desenvolveu no espaço controlado do laboratório para o espaço bem menos controlável do mundo e da vida reais, emerge um sem-número de variáveis, muitas das quais sequer apreensíveis como tal, e que demandarão ajustes múltiplos, de sorte a que a solução técnica possa funcionar aí. Por um lado, parte dessas questões, como teremos chance de ver melhor mais à frente, são efetivamente inarticuláveis ou não teorizáveis, razão pela qual não podem ser incorporadas ao conhecimento científico, por mais desenvolvido que ele esteja. Nesses termos, a ciência, que estaria relacionada a objetos de investigação isolados e abstraídos, poderia até aceder a formulações plenamente teorizáveis. Já a engenharia, que lida com objetos técnicos multidimensionais, dependeria, para além do conhecimento científico teórico, de, por

---

³⁸ Como alguns dos desenvolvidos nos laboratórios de eletrônica da Philips, entre os anos 1947-72, e como a ultracentrífuga, o espectrômetro de transformada de Fourier e outros instrumentos que Shinn chama de genéricos (cf. Shinn, 2005, p. 732-3; 2008, p. 139-49).

exemplo, modelamento, simulações e teste de protótipos, assim como das habilidades dos implementadores, para conceber e construir suas soluções (cf. Ropohl, 1997, p. 67). Por outro lado, porém, parte dessas mesmas questões segue presente também no desenvolvimento do aparato experimental testado/produzido em laboratório. Nesse sentido, mesmo nesse âmbito mais bem conhecido e controlado, subjazeriam singularidades inesgotáveis cientificamente, e que dariam conta, também aí, da irredutibilidade do técnico ao científico.

*****

Dessa breve análise depreende-se, então, que, por mais importante que seja, ou possa ser, o papel da ciência na produção técnica, ela não é o único tipo de conhecimento que subsidia a atividade da engenharia. Dessa forma, se o arranjo hegemônico do poder incide sobre produção técnico-científica, fazendo dela um dos seus dispositivos de manutenção do *status quo* (isso é melhor desenvolvido nos próximos parágrafos), democratizar a técnica ou produzir tecnologia social demandará de nós não apenas conhecer em mais detalhe o modo próprio de como se desenvolve tanto a ciência quanto a tecnologia, como também as possibilidades de se incidir sobre tais desenvolvimentos, democratizando-os.

No que tange à colonização da ciência e da engenharia pelo poder, se seguirmos com Foucault, teremos algo que, *grosso modo*, dá-se da seguinte maneira: o poder não é capaz de existir sem constituir e requerer um discurso, ou seja, um conhecimento que o embase, possibilite e justifique. Reciprocamente, todo conhecimento constitui ou suporta relações de poder (cf. Foucault, 1980, p. 51-2, 93). É a correlação que delineávamos, no capítulo anterior, entre, de uma parte, a estruturação tecnocrático-capitalista do poder e a ciência descontextualizadora (na nomenclatura de Lacey), e, de outra, em algo que foi ilustrado para a psiquiatria nascente, a constituição de um cientista que detém todo o conhecimento – e todo o poder – no caso, sobre o louco, e um objeto de estudo (o louco) que, para essa ciência (psiquiátrica), é incapaz de dizer inclusive de si próprio e de sua condição, devendo tanto submeter-se integralmente ao cientista (psiquiatra) e sua verdade sobre si (o objeto de estudo/ louco), quanto aprender de si a partir daquilo ele (o cientista) lhe revela (cf. Foucault, 1998, p. 99-112).

Nesse sentido, ainda que se assegure uma fronteira demarcatória à produção científica, fronteira em cujo interior relações de poder forjam e são forjadas pelo

conhecimento que se constrói, nada impede que essa instância demarcada e diferenciada – a ciência – seja colonizada por dimensões mais amplas do poder. Na verdade, de fato, é precisamente isso o que acontece. Nessa colonização, a ciência passa a servir, externamente, a tal estruturação do poder, provendo-lhe fundamentação. Ao mesmo tempo, em função de um tal papel tão bem desempenhando em uma sociedade regida por essa conformação do poder, a ciência acaba por se tornar a única possibilidade de enunciação do real³⁹. Constitui-se, assim, um regime de verdade (cf. Foucault, 1980, p. 132), ao modo da reificação ou do desencantamento tecnocrático em que nos achamos metidos. Regime que não apenas fundamenta e consolida a estruturação vigente do poder, como interdita outras possíveis enunciações do real (como uma do ecofeminismo de Shiva), e que só seriam possíveis sob outras estruturas do poder.

O exercício da democratização ou popularização busca, desse modo, neutralizar a incidência do poder hegemônico, colonizando a ciência segundo estratégias contra-hegemônicas.

Análise semelhante se aplica à produção tecnológica, sendo que a correlação que se estabelece entre a engenharia e o poder terá como principal efeito, como se viu anteriormente, a conformação da ordem sociotécnica, com seus múltiplos códigos técnicos. Não se constitui, com isso, um regime teórico de verdade. O que se obtém, antes, é a cristalização de convenções sociais e de certa configuração política, ao mesmo tempo em que se inviabilizam tecnicamente, em algum nível, convenções e configurações alternativas. Pode-se talvez dizer, nesse sentido, que a colonização da técnica pelo poder gera, assim, um regime de correção prática (no sentido de agir) ou ativa (no sentido de ação política).

---

³⁹ No que, por caminho distinto dos apresentados anteriormente, chegaríamos ao cientificismo ou positivismo, à perda da possibilidade de conceituar (Horkheimer & Adorno) e à unidimensionalidade (Marcuse) que (progressivamente) marcarão o conhecimento e o modo de vida ocidentais a partir da segunda metade do século XIX.

3.2 Conhecimento científico

No que tange ao conhecimento científico, vamos nos valer fundamentalmente da compreensão que Hugh Lacey tem dele. De acordo com ela, como se verá, a atividade científica responde tanto a valores cognitivos quanto a valores sociais, éticos e políticos (colonizados ou mantidos por estratégias de poder específicas). É porque em alguma medida se conforma também a valores sociais, que o conhecimento científico que se produz não é capaz de sustentar da mesma maneira desenvolvimentos técnicos amoldados por quaisquer perspectivas de valor que se queiram. Ao contrário, o que se tem na prática é a sustentação de alguns desses horizontes axiológicos de desenvolvimento tecnológico, em detrimento de tantos outros que seriam possíveis, além de democraticamente justificáveis (ou mesmo mandatórios). A presença ou atuação dos valores não cognitivos, contudo, não concorre necessariamente, segundo Lacey, para o desvirtuamento dos ideais de imparcialidade, abrangência e neutralidade, com os quais a ciência se identifica (ou busca se identificar). Mas como isso é possível?

3.2.1 Etapas lógicas da produção científica

Começemos pelas etapas da produção científica. Segundo Lacey, a ciência possui cinco etapas lógicas diferentes, mas que podem se sobrepor temporalmente. São elas (cf. Lacey & Mariconda, 2014, p. 645-51):

- M₁ – da adoção da estratégia da pesquisa;
- M₂ – do empreendimento da pesquisa;
- M₃ – da avaliação cognitiva das teorias e hipóteses;
- M₄ – da disseminação dos resultados científicos;
- M₅ – da aplicação do conhecimento científico.

Sem nos aprofundarmos em muitos detalhes, poderíamos dizer que a primeira etapa, **M₁**, é aquela em que se assumem as estratégias⁴⁰ que nortearão tanto a seleção dos dados a que se atentarão, quanto as restrições que serão assumidas com respeito aos tipos de enunciações e analogias que serão buscadas para tentar teorizar a categoria de fenômenos que se está buscando conhecer. É assim que, por exemplo, a mecânica quântica e a genética demandarão, cada qual, estratégias específicas, em função do tipo de fenômeno em que estão interessadas. Essas duas estratégias, no entanto, a despeito de guardarem marcantes distinções entre si (nas imagens e metáforas, por exemplo, de que se valerão), analisam seus objetos de estudo segundo uma mesma perspectiva, e que é diferente daquela que será necessária, por exemplo, para estudos de risco (ambiental e para a saúde humana) de uma nova técnica, ou para a produção e implementação de técnicas agroecológicas. No primeiro caso, teríamos o que Lacey chama de estratégias descontextualizadoras, que, *grosso modo*, estão interessadas no conhecimento que pode ser produzido sobre a “estrutura subjacente dos fenômenos, [os] processos e interações de seus componentes e [as] leis que os governam”, e que é expresso “tipicamente em forma matemática” (Lacey & Mariconda, 2014, p. 652-653).

No segundo caso, teríamos as estratégias sensíveis ao contexto, aquelas que estão interessadas no conhecimento de fenômenos complexos e emergentes, originados, no geral, da interação de diversas classes de fatores, e que podem se manifestar geográfica e/ou temporalmente de maneira dispersa (cf. Lacey & Mariconda, 2014, p. 652-657). São fenômenos que, de acordo com Polanyi (2009 [1966]), só podem ser analisados por uma abordagem sistêmica. Com efeito, em questões sobre, por exemplo, a vida e o funcionamento de um artefato, as explicações não têm como ser encontradas exclusivamente nas leis químicas e físicas que operam nos corpos dos seres vivos ou nas

---

⁴⁰ O sentido do termo “estratégia” aqui não é o mesmo do utilizado por Foucault. Em Lacey, “estratégia” não é um ardil para se avançar ou fortalecer determinada posição de poder, mas um modo tanto de se abordar a, ou de se acerrar da, natureza, quanto de restringir ou conformar o conhecimento construído. Claro que cada modo específico pode ser mais apropriado a um ou a outro ardil particular. E será isso que, como se verá, mais concorrerá para a imposição ou hegemonia de um desses modos possíveis na prática *mainstream* da ciência de nosso tempo. Seja como for, e ainda que essa correlação com o aspecto político seja quase imediata, o autor não usa, no desenvolvimento de sua teoria, o termo nesse sentido. Ao longo das quatro primeiras seções desta parte, a não ser que se faça menção explícita em contrário, “estratégia” será usada nesse sentido pretendido por Lacey. Da quinta e última parte em diante, voltaremos à nomenclatura foucaultiana, usando, para a “estratégia” de Lacey, como sinalizaremos, o termo “modo”.

peças dos equipamentos. Tais leis são condição necessária, no caso, para a vida e para a funcionalidade do dispositivo, mas elas não são condição suficiente para explicá-las. Emergem, nessas situações, princípios organizacionais que não só não são esgotáveis pelas leis que regem o nível imediatamente inferior de onde eles surgem, como, ademais, estabelecem, a partir da plasticidade potencial destes, contornos específicos a eles. É assim que uma determinada liga metálica, por exemplo, poderá ser usada tanto como condutor de energia, como estrutura de sustentação, como amalgamento entre duas outras peças ou como parte de um relê ou de um disjuntor, *desde que* sejam respeitadas suas propriedades físico-químicas de condutividade, resistência, adesão e/ou dilatação. Ou seja, não estão nessas propriedades os usos que se poderão fazer da liga, mas, por outro lado, estes só serão possíveis e efetivos, se derem conta de explorar as potencialidades dela, sem ultrapassar os seus limites (cf. Polanyi, 2009 [1966], p. 34-41).

Nesse sentido, então, um estudo que busca compreender, por exemplo, os impactos possíveis de um determinado agente biológico ou químico sobre certo território não poderá se ater apenas às propriedades físico-químicas dos corpos dos seres vivos que o povoam, nem ir apenas até o nível de funcionamento isolado desses corpos, ou da saúde de indivíduos humanos aí presentes, mas precisará considerar, tanto quanto possível, o âmbito, seja do funcionamento ecossistêmico daquele espaço, seja do ordenamento sociocultural lá estabelecido (ou que os grupos humanos que lá habitam querem autonomamente manter para si). É esse tipo de conhecimento que as estratégias sensíveis ao contexto buscam construir ou enunciar.

No primeiro caso, das estratégias descontextualizadoras, o contexto é prescindível; no segundo, considerá-lo é fundamental para que o conhecimento daí surgido possa ser tão preciso, abrangente e confiável quanto possível. Desse modo, por um lado, as estratégias sensíveis ao contexto produzem um conhecimento, em alguma medida, insuperavelmente local e particular, posto que tributário ou relativo a uma configuração sistêmica específica, não universal ou universalizável. Tal conhecimento, entretanto, pode ser reaplicável, do mesmo modo que a tecnologia social, em sua localidade e particularidade inevitáveis, também pode sê-lo (é o que se observa, por exemplo, na ciência agroecológica). Por outro lado, tal estratégia não só pressupõe conhecimentos construídos por estratégias descontextualizadoras (que permitem obterem-se, por exemplo, as leis físico-químicas que estão na base do mundo material), como é incapaz de produzi-los. Ou seja, um grupo de

estratégias não se opõe ou nega o outro, podendo, na verdade, complementarem-se (cf. Lacey & Mariconda, 2014, p. 652-657).

A segunda etapa, **M₂**, tem a ver com as opções que são diariamente feitas pelos cientistas e gestores reais no cotidiano de seus trabalhos. Lá, no cenário, por exemplo, da finitude de recursos para financiamento, de pessoal qualificado para trabalhar, de equipamentos etc., decisões são tomadas com respeito a quais aspectos da porção da realidade que se busca conhecer serão priorizados na pesquisa, e, como consequência, quais serão deixados para um segundo ou terceiro momento.

A partir das escolhas feitas em **M₁** e **M₂**, bem como do trabalho de pesquisa desenvolvido a partir delas (também em **M₂**), hipóteses e teorias são desenvolvidas ou aprimoradas. A etapa **M₃** se refere a um processo distinto dos anteriores, e que tem a ver com a avaliação das propostas teóricas disponíveis, com base nos valores cognitivos compartilhados pela comunidade científica, como adequação empírica, poder explicativo e consistência com as demais teorias científicas aceitas. A imparcialidade, um dos ideais com os quais a ciência se identifica, seria algo diretamente relacionado a essa etapa. De acordo com ele (cf. Lacey & Mariconda, 2014, p. 645-646),

- 1) uma teoria é corretamente aceita para um domínio de fenômenos específico se ela manifestar, para esse domínio, os valores cognitivos em mais alto grau do que as demais teorias disponíveis, à luz dos dados empíricos; e
- 2) uma teoria é corretamente rejeitada se e somente se uma outra teoria com a qual a primeira é inconsistente manifesta, para o domínio a que ela se refere, os valores cognitivos em mais alto grau.

A divulgação dos resultados alcançados em **M₂** e **M₃** é o que caracteriza a etapa **M₄**. Ela engloba não apenas as revistas especializadas, destinadas, em certa medida, a informar aos pares aquilo que pode ser tornado público (por não ferir alguma patente, expor segredos militares e/ou estar sob censura da entidade contratante/financiadora da pesquisa), como também as instâncias tanto de formação dos futuros quadros da ciência, quanto de informação do público leigo em geral (cf. Lacey & Mariconda, 2014, p. 648-9).

Por fim, **M₅** é a etapa da materialização, tradução ou aplicação do conhecimento produzido e chancelado pela ciência em implementações técnicas. É a partir da análise dessa etapa, ou seja, dos frutos técnicos que a atividade científica torna possíveis, que se pode

medir o grau de neutralidade dela. Para conseguirmos proceder a essa análise, entretanto, precisamos entender o que são e que papel têm, na ciência, as perspectivas de valor (cf. Lacey & Mariconda, 2014, p. 649-51).

3.2.2 Perspectivas de valor

Perspectivas de valor são conjuntos de valores sociais, éticos e/ou políticos que norteiam e buscam conferir consistência e coerência à nossa prática sobre a natureza e à nossa relação com os demais. Três dessas possíveis perspectivas são particularmente importantes hoje, segundo Lacey, para a análise da atividade científica. Uma delas seria a perspectiva do capital e do mercado ($V_{C\&M}$), que se identifica com o ideal neoliberal de nosso tempo, e que defende a gestão tecnocrática da economia e da vida social como um todo, ou seja, a não interferência, nesses âmbitos, de valores ou perspectivas políticas distintas do ideário liberal que se desposa. Outra perspectiva de valor seria a do progresso tecnológico (V_{PT}), de forte raiz baconiana, para a qual devemos buscar avançar e/ou implementar toda técnica que aumente o nosso poder de controle e submissão da natureza. A terceira seria a perspectiva de justiça social, democracia participativa e sustentabilidade (V_{JSDPS}), que se opõe às duas anteriores, seja por antepor a justiça social e a democracia participativa ao capital e ao mercado, seja por impor restrições ao controle buscado ou produzido por nossas implementações técnicas, submetendo-o a valores outros como o do bem comum e o da sustentabilidade ou harmonização-parceria com o meio ambiente. Em nossos dias, V_{PT} e $V_{C\&M}$ não apenas se reforçam mutuamente, como são as que mais fortemente impactam a ciência. V_{JSDPS} , identificado com o ideal de um novo mundo possível, busca desconstruir tal domínio, de modo a propiciar a construção de uma nova realidade (cf. Lacey & Mariconda, 2014, p. 657-9, 682).

Mas onde e de que forma as perspectivas de valor impactam a ciência? Segundo o modelo de Lacey, isso se dá explicitamente (e sem ônus necessário para a legitimidade do

conhecimento científico produzido) em M_1 , M_2 , M_4 e M_5 , mas pode repercutir indiretamente também em M_3 ⁴¹.

Na etapa da adoção da estratégia de pesquisa (M_1), verifica-se o domínio quase absoluto de estratégias descontextualizadoras, o que pode ser explicado pela forte incidência de V_{PT} e $V_{C\&M}$. Com efeito, o conhecimento desenvolvido a partir desse tipo de estratégia presta-se muito bem ao controle baconiano buscado pela perspectiva do progresso tecnológico. Isso porque tal conhecimento provê toda informação de que podemos necessitar para subordinar qualquer fenômeno natural (cientificamente conhecido) ao nosso domínio (e vontade). Além disso, na medida em que o aumento da possibilidade de controle (sobre a natureza e os seres humanos) responde de forma bastante adequada à busca por se maximizarem os lucros, tornando o sistema econômico tão impermeável quanto possível a valores e demandas humanas que o desvirtuem em relação a essa sua razão de ser, tal tipo de conhecimento cai como uma luva para subsidiar o desenvolvimento desses que são os dois valores hegemônicos de nosso tempo (cf. Lacey & Mariconda, 2014, p. 657-9).

Ademais, a consolidação do controle e do descolamento da ordem técnica em relação a vários anseios e necessidades humanas e ambientais (de modo a se assegurar a maximização do lucro), associado ao entendimento, de resto gratuito, de que todo eventual revés produzido pelo avanço técnico (sob V_{PT} e $V_{C\&M}$) poderá ser superado por novos avanços (guiados pelas mesmas perspectivas de valor), reforçam a convicção de que perspectivas sensíveis ao contexto são prescindíveis. E isso não apenas porque o avanço técnico (M_5) poderia se dar perfeitamente bem sem elas (no que tange a eventuais efeitos colaterais indesejáveis e à visão de mundo tributária de V_{PT} e $V_{C\&M}$), como porque não haveria conhecimento passível de ser enunciado sob estratégias sensíveis ao contexto, que também não o fosse sob as estratégias descontextualizadoras (M_3). Há, dessa forma, uma relação de reforço mútuo, em M_1 , entre as estratégias descontextualizadoras e V_{PT} e $V_{C\&M}$. E isso interdita ou dificulta enormemente a possibilidade de se avançarem estratégias sensíveis ao contexto (cf. Lacey & Mariconda, 2014, p. 659-61).

---

⁴¹ Teríamos, nesses casos, precisamente o tipo de agenciamento ou colonização da ciência pelo poder e de constituição de um regime de verdade de que se falava anteriormente (que interdita não apenas outras enunciações do real, mas, juntamente com isso, a fundamentação de outras estruturas do poder).

O impacto da hegemonia de V_{PT} e $V_{C\&M}$ sobre a etapa da aplicação do conhecimento científico (M_5) se materializa na impossibilidade, hoje, de perspectivas de valor diferentes dessas duas serem igualmente (bem) servidas na implementação de soluções técnicas que encarnem seus próprios ideais. Ou seja, técnicas que busquem reforçar a justiça social, a democracia participativa e a sustentabilidade, por exemplo, como a agroecologia ou a medicina preventiva, encontram muito menos subsídio da ciência do que técnicas associadas ao controle (da natureza e das pessoas) e à maximização do lucro, como as sementes transgênicas e os medicamentos alopáticos. Tal coisa não acontece apenas porque este segundo grupo de técnicas dispõe de financiamento muito mais abundante para ser implementado, mas, de forma ainda mais insidiosa, porque parte essencial do conhecimento científico de que o outro grupo necessita simplesmente não está disponível e não parece poder ser enunciável, a menos que em M_1 também sejam adotadas estratégias sensíveis ao contexto.

Dito de outra forma, o dado empírico de que se dispõe atualmente revela que o conhecimento científico estabelecido é insuficiente para subsidiar técnicas que buscam, por exemplo, dar seus frutos inserindo-se de forma harmônica no meio humano e natural, adaptando-se, tanto quanto possível, às demandas e anseios destes (ou seja, em conformidade com V_{JSDPS}). E isso, em um grau de insuficiência infinitamente maior do que aquele que encontram técnicas que, diferentemente, transformam e adaptam o ser humano, o meio social e a natureza aos seus próprios parâmetros, de modo a produzir o fruto que prometem (ou seja, em conformidade com V_{PT}). É essa assimetria que revelaria, para Lacey, a não neutralidade da ciência padrão de nosso tempo, porquanto uma ciência neutra, para ele, deveria ser capaz de subsidiar de forma mais ou menos equivalente distintas perspectivas de valor, em seu exercício de implementação tecnológica.

Neutralidade:

(1) Em princípio, toda perspectiva de valor (viável e sustentada nas atuais sociedades democráticas) está incorporada em práticas que podem ser informadas por alguns itens do corpo de conhecimento científico estabelecido ou que podem utilizar algumas aplicações do conhecimento científico; e (2) o corpo de conhecimento científico (como um todo) serve a todas as perspectivas de valor $\{V\}$ mais ou menos equitativamente, sem privilegiar algumas em detrimento de outras (Lacey & Mariconda, 2014, p. 650).

A soberania das perspectivas de progresso tecnológico (V_{PT}) e capital e mercado ($V_{C\&M}$) sobre a ciência, que se materializa na hegemonia das estratégias descontextualizadoras em M_1 , pode também impactar, ainda que indiretamente, a etapa da avaliação cognitiva das teorias e hipóteses (M_3). Isso aconteceria porque, na medida em que o conhecimento científico possível sobre a realidade não parece ser completamente enunciável a partir de estratégias descontextualizadoras (como é forçoso admitir se concordarmos, por exemplo, com os princípios emergentes de Polanyi), ele precisaria ser complementado a partir de estratégias sensíveis ao contexto fecundas. Sem isso, não apenas o ideal da abrangência fica comprometido⁴² (cf. Lacey & Mariconda, 2014, p. 647), como determinadas teorias ou hipóteses oriundas de estratégias descontextualizadoras podem ser selecionadas em M_3 , por serem as melhores à disposição, apesar de serem mais imprecisas do que aquilo que poderíamos conseguir, caso também lançássemos mão de estratégias sensíveis ao contexto em M_1 . É o caso, por exemplo, das análises de risco que ordinariamente são produzidas.

A abrangência também pode ficar comprometida pela incidência de V_{PT} e $V_{C\&M}$ sobre a etapa do empreendimento da pesquisa (M_2). Nesse caso, aspectos da realidade desimportantes para essas perspectivas de valor podem ser indefinidamente marginalizados, jamais vindo a ser considerados seriamente. Tal coisa poderia se dar a partir de alguma orientação explícita da entidade financiadora; porque estratégias descontextualizadoras não são adequadas para tratarem esses aspectos; e/ou porque os pesquisadores, eles próprios convencidos tanto de V_{PT} e de $V_{C\&M}$, quanto da suficiência das estratégias descontextualizadoras para enunciar todo conhecimento científico possível sobre a realidade, sequer conseguem notar como relevantes esses outros aspectos⁴³.

---

⁴² Lacey define abrangência da seguinte forma: “Em princípio, qualquer objeto/fenômeno do mundo – inclusive os fenômenos de importância no mundo da vida (e hipóteses sobre eles) e, portanto, fenômenos e objetos descobertos, produzidos ou propostos no curso de operações experimentais e de mensuração – pode ser submetido à pesquisa científica, com a esperança (pelo menos a longo prazo) de que ele pertença a um domínio para o qual uma teoria tornar-se-á aceita de acordo com a imparcialidade” (Lacey & Mariconda, 2014, p. 647).

⁴³ Trata-se, aqui, daquilo que Lacey chama de vinculação ou filiação à metafísica materialista, que é o entendimento de que o mundo é totalmente mensurável e matematizável, ou seja, que tudo o que existe é passível de enunciação objetiva. Assim, não apenas as estratégias descontextualizadoras seriam suficientes para enunciar cientificamente a realidade, como questões sobre legitimidade e qualidade de vida associadas a alguma implementação técnica, por exemplo, e que fazem parte do contexto mais amplo a que usualmente se

Por fim, V_{PT} e $V_{C\&M}$ desempenham papel importante também em M_4 , seja na seleção daquilo que se julga (mais) digno de publicação, de constar na formação dos futuros cientistas e/ou de ser comunicado ao grande público, seja na estipulação do que pode ou não ser divulgado (e.g., patentes, censura da entidade financiadora e/ou segredos militares ou de segurança nacional).

3.2.3 Pluralismo estratégico e o imperativo epistemológico

É o monopólio das estratégias descontextualizadoras, reforçando e sendo reforçado pela hegemonia das perspectivas do progresso tecnológico (V_{PT}) e do capital e do mercado ($V_{C\&M}$), que nos conduz a tais limitações da atividade científica, frente aos ideais de neutralidade, imparcialidade e abrangência que ela segue dando a si mesma⁴⁴ (cf. Lacey & Mariconda, 2014, p. 643-4). A restauração desses ideais, não obstante, é algo em certa medida possível de ser conseguido. Passo fundamental para isso é que estratégias sensíveis ao contexto sejam admitidas em M_1 , em adição às estratégias descontextualizadoras fecundas de que dispomos (ou podemos vir a dispor). Tal configuração seria o pluralismo estratégico (cf. Lacey & Mariconda, 2014, p. 681). Por meio dele, não apenas certas dimensões da realidade passam a ser passíveis de estudo (como, por exemplo, aquela que será pesquisada pela ecologia), como diversas (sub)disciplinas científicas são instigadas ou premidas a interagir umas com as outras, superando a especialização excessiva e muitas vezes esterilizante em que se encontram. Isso seria aquilo que Beck chama de interdisciplinaridade (cf. 1992, cap. 2), e que é a condição de possibilidade para que análises de risco e técnicas como a agroecológica possam ser desenvolvidas de forma mais adequada.

Contudo, o pluralismo estratégico não resolve todas as questões, porque as etapas de empreendimento da pesquisa (M_2) e divulgação de seus resultados (M_4) podem seguir

---

reportam as estratégias sensíveis ao contexto, perdem qualquer sentido de ser (cf. Lacey, 2008a, p. 173-179, cap. 5).

⁴⁴ Uma tal ciência, que hoje assume como parte fundamental dos seus propósitos a produção de inovações, é a que Lacey chama de *tecnociência* (cf. Lacey, 2014a, p. 675-676).

igualmente agenciadas por V_{PT} e $V_{C\&M}$. A ele deve-se acrescentar, então, o desenvolvimento e o exercício (mais) efetivo da autonomia na ciência. Por autonomia, Lacey entende que:

[a]s práticas e instituições científicas deveriam ser livres de interferência externa e de influência desproporcional de qualquer perspectiva de valor, para permitir que (1) as questões de metodologia científica e os critérios para avaliar o conhecimento científico não possam ser resolvidos a partir de qualquer perspectiva ética (religiosa, política, social, econômica) ou de preferências pessoais, e que (2) as prioridades de pesquisa, para a atividade científica como um todo, não se tornem moldadas por perspectivas de valor privilegiadas, e que (3) as instituições científicas sejam constituídas de forma a poder resistir a interferências externas (não científicas) (Lacey & Mariconda, 2014, p. 651).

Ou seja, de um lado, Lacey defende que não haja interferências externas que subvertam a prática científica em sua metodologia e nos seus critérios de avaliação. De outro, porém, ele não propõe o banimento das perspectivas de valor da produção da ciência, indicando que, além de efetivamente não elimináveis aí, elas, em si mesmas, não levam necessariamente à produção de um conhecimento falso. De fato, se a imparcialidade é respeitada (em M_3), o conhecimento científico produzido seria apenas incompleto. Nesse sentido, então, o pluralismo estratégico e o apelo pela pluralização das perspectivas de valor que enviesam a atividade científica não buscam, em termos epistemológicos, propriamente “corrigir a ciência”, fazendo-a metodologicamente imune a valores não científicos. O que se busca, ao contrário, é, de uma parte, aumentar a abrangência desse conhecimento, através da exposição da atividade científica a todas as perspectivas de valor democraticamente defensáveis e que encontrem suporte ou apelo de algum segmento social. De outra parte, almeja-se produzir, com isso, um conhecimento científico mais neutro (isto é, capaz de subsidiar igualmente bem o desenvolvimento técnico segundo distintas perspectivas de valor).

3.2.4 Legitimidade e o imperativo ético

Seja como for, a preocupação de Lacey parece ser mais, ou primariamente, com respeito aos impactos tecnológicos de um conhecimento científico limitado⁴⁵, do que com a limitação em si da ciência monoestratégica e agenciada exclusivamente pelas perspectivas do progresso tecnológico (V_{PT}) e do capital e do mercado ($V_{C\&M}$). É porque essa ciência não apenas não viabiliza técnicas alternativas (ao menos não na mesma proporção que a tecnologia convencional), como não consegue prover todas as bases para sólidas análises de risco das inovações desse tipo convencional, que o pluralismo de estratégias e de perspectivas de valor é uma urgência não apenas epistemológica, mas também ética.

Isso acontece porque, de modo a mensurarmos o grau de legitimidade de qualquer produto técnico (cf. Lacey, 2011; Lacey & Mariconda, 2014, p. 680), ou seja, de forma a respondermos em qual medida tal implementação é justificada ética e socialmente, diante da hierarquia dos valores que compõem a nossa perspectiva axiológica, precisamos conhecer tanto os seus impactos potenciais sobre os mundos natural e social (análise de risco), quanto compará-los com aqueles que seriam gerados, se adotássemos outras soluções técnicas possíveis (tecnologia alternativa). E, para ambas as coisas, a ciência monoestratégica é, como se mostrou, usualmente insuficiente.

---

⁴⁵ Como vimos, em seu modelo, Lacey coloca a instância da produção técnica no último estágio lógico do processo científico, o da aplicação do saber produzido. Ao fazer isso, no entanto, ele não está assumindo um ordenamento total ou necessário da ciência com vistas à produção de inovações, ou o amalgamento dela à produção tecnológica, mas descrevendo a vinculação existente entre esses dois âmbitos. De fato, de uma parte, o desenvolvimento técnico demanda cada vez mais saber científico para poder ser empreendido, de modo que a existência ou carência dele será necessariamente sentida aí. De outra parte, também é porque o conhecimento científico pode subsidiar o desenvolvimento técnico de maneira desigual, que o tipo de saber requerido por determinado estilo de técnica que se tome como prioritário pode ser muito mais incentivado e perseguido do que outros, que poderiam complementá-lo, mas que pouco ou nenhum impacto teriam sobre a técnica que se quer desenvolver. Assim, é apenas quando enxergamos a ciência na sua relação com a técnica (e os valores sociais que esta estabiliza), que podemos perceber com mais clareza as razões pelas quais não só a luta por torná-la multiestratégica e mais autônoma é fundamental e urgente, mas também porque tal luta é tão difícil e as vitórias, quando ocorrem, vêm a duras penas.

3.2.5 Ciência e poder

O modelo que Lacey estabelece para a produção do conhecimento científico permite-nos enxergar claramente o modo como atores sociais poderosos podem colonizar a ciência, transformando-a em um dispositivo a serviço das suas estratégias⁴⁶ de poder. Em um cenário no qual a imparcialidade é assegurada (no momento M_3 , da avaliação cognitiva de teorias e hipóteses), isso implica na construção de um conhecimento limitado, ainda que não falso ou forjado, da realidade. Mas tal coisa deixa de ser o caso quando a imparcialidade é abandonada, em situações nas quais, por exemplo, passa-se deliberadamente a construir incertezas, como aquelas fabricadas pela indústria do tabaco nos anos 1960-90 (cf. Michael & Monforton, 2005). Nesse estágio, do qual não nos afastamos hoje, na era dos transgênicos e da assim chamada pós-verdade, um dos próprios valores basilares da ciência diferenciacionista (ou socialmente singular e autônoma) de Merton (1973, cap. 13), o ceticismo organizado, é subvertido, passando a implicar na produção do oposto da ciência universal, pública e desinteressada com o qual o sociólogo norte-americano a identificava.

Seja como for, e enquanto ela conseguir o respeito das massas – ou dos formadores de opinião dentro delas –, algo que só parece possível enquanto a construção deliberada de fraudes for – ou parecer ser – mais a exceção do que a regra, a ciência não apenas seguirá sendo uma instância importante para o ordenamento da vida humana neste mundo, como, exatamente por isso, uma instância altamente cobiçada e, na verdade, imprescindível, para qualquer estratégia de poder com alguma aspiração à incidência regional ou global. Tal papel se justifica tanto pelo regime de verdade que ela institui (ou do qual pode vir a fazer parte) – e que, na configuração atual, impede-nos de enxergar o mundo para além da perspectiva desencantada e conformadora de tudo e todos a recurso à disposição –, quanto pelas mediações técnicas que ela – e apenas, ainda que não exclusivamente, ela – pode viabilizar, e que subsidiarão, traduzirão, sustentarão ou emularão ordenamentos sociais afins com aqueles requeridos pelas estratégias de poder hegemônicas.

---

⁴⁶ De agora em diante, voltamos a usar “estratégia” na acepção foucaultiana.

De acordo com aquilo que vimos da teoria de Lacey, a batalha a ser travada nesse front, de modo a que algo como a tecnologia social possa ter lugar, passa preponderantemente por dois elementos. De uma parte, é necessário garantir que pesquisas científicas tocadas segundo modos⁴⁷ sensíveis ao contexto também sejam realizadas. De outra parte, deve-se assegurar: pessoal qualificado para executar esse trabalho e condições adequadas para tanto (com a alocação dos recursos de diversas ordens que se fizerem necessários); ausência de monopólio de uma ou algumas perspectivas de valor na seleção das pesquisas a serem realizadas; divulgação dos resultados científicos e formação de cientistas (a partir desses resultados) mais imune a valores não científicos. Estes últimos pontos são aqueles que Lacey identifica com a autonomia da ciência.

Lacey não pretende, com isso, sustentar que a construção de uma tal ciência seja algo a que se possa aceder sem luta e sem a progressiva incorporação dos interesses populares legítimos às pautas da pesquisa científica e às políticas públicas de ciência, com a subsequente pluralização estratégica que o serviço a distintas perspectivas de valor demanda (cf. Lacey, 2008b). Nesse sentido, ainda que por outros caminhos, Lacey parece concordar com Foucault em que é impossível existirmos em um vácuo de poder. Isso significa que, de uma parte, o conhecimento produzido pela ciência seguirá, mesmo no contexto de uma não prevalência de qualquer perspectiva de valor (ou estratégia de poder) externa sobre ela, repercutindo e fundamentando as relações de poder dos atores envolvidos nela⁴⁸. De outra parte, parece impossível que essas mesmas relações não ecoem ou reproduzam, em algum nível, estratégias e identidades às quais os atores concernidos na atividade científica estão expostos, ou dos quais são parte, nos outros espaços sociais de que eles participam⁴⁹.

---

⁴⁷ Seriam as estratégias de Lacey, mas que se preferiu não usar, para não confundir com a nomenclatura foucaultiana.

⁴⁸ “Eu venho tentando tornar visível a constante articulação que eu acredito existir do poder sobre o conhecimento e do conhecimento sobre o poder. [...] o próprio exercício do poder cria e provoca a emergência de novos objetos de conhecimento, além de acumular novos corpos de informação. [...] O exercício do poder cria perpetuamente conhecimento e, reciprocamente, o conhecimento induz constantemente os efeitos do poder. [...] O conhecimento e o poder estão integrados um ao outro, e não faz qualquer sentido sonhar com um tempo no qual o conhecimento cesse de depender do poder; esse é apenas um modo de reviver o humanismo com uma aparência utópica. Não é possível ao poder ser exercido sem o conhecimento, é impossível ao conhecimento não engendrar poder.” (Foucault, 1980, p. 51-2)

⁴⁹ Não se deve esquecer, nesse sentido, que, de uma parte, a conformação às estratégias da estruturação dominante do poder não é apenas castradora, mas, ao contrário, provê também sentido e realização, através das identidades que vão sendo constituídas (e isso, se concordamos com o Inquisidor de Dostoiévski (2012

Impõe-se, assim, algum tipo de instância interna à ciência que faça avançar, mesmo que em empreendimentos pontuais (quanto ao tempo da pesquisa ou ao tópico estudado), esse ideal do pluralismo, da neutralidade e da abrangência que, se não for por atuação explícita e contra-hegemônica, tem poucas chances de obter algum fruto. Será essa instância que poderá atrair, sensibilizar e comprometer cientistas, ainda que apenas por algum tempo, a perspectivas de valor não hegemônicas (e suas respectivas estratégias de poder), e que poderá forçar a divulgação dos dados assim obtidos.

Colocado nesses termos, o ferramental analítico provido pelo modelo ciência-valores do pensador australiano permiti-nos traduzir a disputa pela democratização da técnica (e pelo desenvolvimento de tecnologia social) nas demandas que ela apresenta à produção do conhecimento científico, externa e internamente a essa atividade. Isso não implica em reduzir a ciência a uma outra instituição social regida essencialmente por decisões ou definições políticas. Com efeito, como se mostrará na quarta parte deste capítulo, instâncias democratizantes internas a ela podem ser criadas, sem que isso implique que ela perca a sua singularidade – como, por exemplo, na busca por se construir um conhecimento sempre mais avançado quanto aos valores cognitivos que a comunidade de cientistas desposa. O que, não obstante, a ciência perde nessa perspectiva é, como se verá, parte da sua (alegada e, de fato, em parte fantasiosa) autonomia.

Por outro lado, além disso, enxergar a atividade científica desse modo é também colocá-la no espaço das disputas de poder entre os múltiplos atores sociais. Disputas que tenderão a enviesá-la (e.g., hegemonia dos modos de pesquisa descontextualizadores), que poderão, mesmo, desvirtuá-la (e.g., fabricação de incertezas), e que, fundamentalmente, tentarão transformá-la em um dispositivo a serviço da configuração de poder que se esteja buscando avançar ou consolidar.

Seja como for, o que se pode lograr com tal entendimento não é apenas o desenvolvimento de uma ciência que, nas análises de risco que provê ou nas múltiplas mediações técnicas que torna viáveis, incorpora ou responde de maneira mais adequada (e

---

[1879]], parece ser profundamente atrativo para o ser humano desde quase sempre). De outra parte, além disso, atores sociais como os cientistas podem também se valer de uma associação estratégica com outros atores poderosos, de modo a, por meio dela, avançarem suas posições de poder na sociedade. Nesse sentido, de fato, personagens como os tecnocratas, oráculos do ordenamento atual, estariam mais para beneficiários deste, para seus associados, do que para submetidos ou resignados.

equânime) aos anseios e necessidades reais do grande público, ou de setores tradicionalmente sem voz na sociedade. Para além disso, e por conta dos mesmos mecanismos, uma ciência assim assumida pode, por fim, superar o desencantamento substantivo da realidade⁵⁰, encarnado, na ciência, por uma metafísica materialista (cf. nota 43, p. 131). Desencantamento levado a cabo e mantido, como se viu, pela configuração capitalista hegemônica do poder, e que reduz tudo e todos a recurso à disposição. É também isso o que se pode alcançar quando modos de pesquisa sensíveis ao contexto são incorporados à atividade científica. Modos que, ao tomarem seus objetos de estudo segundo uma visada mais ampla, podem, finalmente, enxergar ordenamentos emergentes, como o cuidado próprio ao feminino, em Shiva (1988). E não apenas enxergá-los e enunciá-los, como eventualmente viabilizá-los ou potencializá-los sociotecnicamente, em lugar de, como na média da perspectiva descontextualizadora dominante até agora, interdita-los ou deslegitimá-los como ideológicos ou não científicos.

3.3 Conhecimento técnico explícito e tácito

Voltando-nos agora ao componente estritamente técnico do conhecimento que fundamenta a tecnologia, desenvolveremos a reflexão em quatro passos. Começaremos com a análise daquilo que Polanyi (2009 [1966]) chamará de conhecimento tácito, algo que também estaria presente, ainda que em outra perspectiva, no conhecimento científico, mas que, para aquilo que nos concerne nesta tese, tem impacto sobretudo na vertente técnica do conhecimento base de toda mediação tecnológica. Esse tipo de conhecimento não teorizável (ao menos enquanto permanece tácito) é central e claramente evidente na prática técnica pré-moderna, seja no contexto europeu ao qual nos ateremos de forma um pouco mais aprofundada, seja no asiático. Este será o nosso segundo passo.

---

⁵⁰ Superar o desencantamento não no sentido de se reencantar misticamente a realidade, concebendo-a como dirigida por forças mágicas, mas no de se assumir que o mundo que conhecemos por meio da ciência e que a realidade que construímos sociotecnicamente são inevitavelmente permeados por perspectivas de valor (ou ideais de bem viver). Ou seja, o reencantamento significa simplesmente superar a visão desencantada da realidade, que a enxerga como matéria e movimento (Descartes) ou recursos à disposição (no enquadramento denunciado por Heidegger), reconhecendo que é impossível, nesses termos, separar totalmente “fatos” de “valores” (cf. Putnam, 2002).

Com o desenvolvimento da ciência moderna e a progressiva cientifização da engenharia, ou seja, conformação da produção técnica ao *modus operandi* da ciência, não é apenas que muito daquilo que era não teorizado na produção técnica passará a sê-lo, mas que haverá uma contínua obliteração do insuperavelmente não teorizável, mesmo nas escolas de engenharia. No terceiro passo, e em diálogo sobretudo com Walter Vincenti (1990), Carl Mitcham (1994), Mieke Boon (2011) e Herbert Simon (1981 [1969]), buscaremos evidenciar os diversos tipos de conhecimentos técnicos envolvidos no projeto de engenharia, ressaltando, sempre que pertinente, seus elementos inevitavelmente tácitos e/ou não teóricos. Assim, no último passo, poderemos analisar os espaços e modos de incidência de perspectivas de valor (ou das estratégias de poder por trás delas) no desenvolvimento do conhecimento técnico.

3.3.1 Conhecimento tácito

Polanyi (2009 [1966]), em sua análise daquilo que ele chamará de conhecimento tácito, parte da constatação de que “podemos saber mais do que o que podemos falar” (p. 4). Isso estaria presente em habilidades mentais (como reconhecer faces humanas) e físicas (como tocar piano), no âmbito do saber-como, da mesma forma que o estaria no do conhecimento teórico. Com efeito, constata Polanyi, somos, no primeiro caso, capazes de reconhecer rostos e tocar piano, por exemplo, mesmo sem sabermos ao certo – ou sequer atinarmos para –, seja quais traços fisionômicos nós estamos considerando para produzir tal reconhecimento, seja quais músculos movimentamos para produzir a música do piano. Ou seja, dispomos de muitos conhecimentos práticos que nos tornam hábeis à realização de diversas atividades complexas, ainda que não tenhamos consciência, ou não sejamos capazes de enunciar, o que é que precisamente fazemos ou precisamos fazer, de sorte a executar tais ações do modo (correto) que as executamos (ou que podemos vir a executar) (cf. Polanyi, 2009, p. 4-10).

No segundo caso, isto é, no que concerne ao âmbito do conhecimento teórico, seria impossível que conseguíssemos proceder a uma descoberta sem que, de alguma forma, não

pré-apreendêssemos inconscientemente seus aspectos gerais (cf. idem, p. 20-23). Isso, de certa maneira, ecoa algo que Popper propõe, em seu primeiro capítulo de *Conjecturas e refutações* (1982 [1963]), e que dá conta da anterioridade das hipóteses (conjecturas), em relação à comprovação empírica delas. Ou seja, em análise que Popper deliberadamente evita (acerca do contexto da descoberta), por julgá-la desnecessária para a caracterização da cientificidade do conhecimento assim construído, existiria algo na realidade que o cientista, para suas descobertas, em alguma medida intui ou antecipa, articulando-o em hipóteses. Apenas daí, então, ele pode se voltar diligentemente para o naco do mundo que estuda, de modo a testar empiricamente essas conjecturas (ou enunciados testáveis passíveis de serem derivados dela). Não fosse esse o caso, seria impossível, para Polanyi, superar o paradoxo apresentado por Platão de que, na busca por conhecer, ou já sabemos aquilo que buscamos, ou, por não sabê-lo, jamais seríamos capazes de encontrá-lo. Platão resolverá esse problema com a sua perspectiva de rememoração das verdades que sempre soubemos. Polanyi apelará, de forma metafisicamente muito mais econômica e empiricamente mais corroborável, ao conhecimento tácito (cf. Polanyi, 2009, p. 22-3).

Em tese, além disso, muito desse conhecimento tácito é potencialmente articulável. De fato, pode-se, nesses termos, tomar consciência e enunciar tanto os traços fisionômicos que nos permitem reconhecer um rosto e os movimentos dos dedos (com os respectivos músculos implicados para tanto) necessários para se tocar piano, quanto indícios de regularidades subjacentes a alguma descoberta científica. No caso, entretanto, dos conhecimentos do tipo saber-como, tal articulação – no nível em que ela for possível –, que pode efetivamente conduzir a um aprimoramento dessas habilidades pelo indivíduo, não implica que, daí em diante, aprendê-las poderá ser feito a partir (unicamente) da teoria, como se fosse possível tocar piano, executar algum movimento corporal complexo, dirigir um carro etc. lendo apenas um manual, sem jamais ter visto alguém executar tal tarefa, ou sem ser treinado/corrigido por alguém mais experiente nela. Há, nesses termos, uma parte significativa desse tipo de conhecimento que só é ensinável na prática e tendo como referência indivíduos mais experimentados nele (cf. Polanyi, 2009, p. 18-20; Klemmer *et al.*, 2006, p. 5; Winter, 1998, p. 175-6). Isso se relaciona a muito daquilo presente nas artes e

nos esportes em geral, assim como a elementos imprescindíveis da produção técnica, como teremos chance de ver melhor nas próximas seções⁵¹.

O caráter intrinsecamente não articulável – e, nisso, não passível de ser ensinado por meio apenas teórico – de parcela não nula de muito do conhecimento do tipo saber-como parece radicar-se, ao menos em parte, na dependência dele com respeito ao funcionamento do nosso corpo e, mesmo, da nossa mente. Com efeito, como alegam Klemmer e seus coautores (2006), o corpo é elemento central para a nossa compreensão do mundo e nossa ação nele. Isso traduziria a compreensão mais geral de Polanyi (2009, p. 15-17), para quem só podemos conhecer o mundo se damos conta de habitar, ou seja, de assumir como extensão efetiva do nosso corpo, os instrumentos por meio dos quais nós o acessamos. O cego, nesse sentido, conhece o espaço no qual se move do mesmo modo que um cientista conhece aquilo que estuda, isto é, pela interpretação dos estímulos que seus instrumentos – a vara, no primeiro caso, qualquer equipamento ou aparato experimental que seja, no segundo – produzem em seu corpo, como se eles fossem parte deste.

Concretamente, Klemmer e seus colegas apresentarão duas dimensões básicas em que o corpo impacta nossa compreensão do mundo e/ou nossa relação com ele. Em primeiro lugar, teríamos aquilo que eles chamam de pensamento através da ação, que dá conta de uma diversidade de práticas corporais ou corporeificadoras que usualmente empregamos de modo a facilitar nosso pensamento e nossa ação. Dentre tais práticas teríamos o recurso a protótipos nos projetos técnicos (que nos fornecem objeto material a ser manipulado e compartilhado com outras pessoas, de modo a ser mais bem compreendido e aprimorado) e a representações de problemas ou atividades que facilitam sua apreensão pelo corpo, de modo que elas se tornam mais facilmente exequíveis (como a emulação, em carros automáticos, da pista em que o motorista se encontra como uma banheira rasa, via sensações transmitidas ao condutor através do volante – e como estratégia para se reduzirem os riscos de derrapagem) (cf. Klemmer *et al.*, 2006, p. 1-3). Em segundo lugar, teríamos o que eles chamam de performance, que exemplifica âmbitos nos quais habilidades corporais bem desenvolvidas são melhores do que, ou preferíveis a,

---

⁵¹ É dessa mesma ordem, ao menos por ora, a habilidade dos catadores de coletar e triar material reciclável, a dos grupos camponeses tradicionais de se relacionar com a terra, o cultivo e a natureza, e a das caladeras de fazer o *calado* e de se estruturarem, como grupo, do modo como se estruturam.

habilidades cognitivas. É o caso, por exemplo, da memória motora (relacionada, por exemplo, à correta execução de movimentos complexos, como aqueles envolvidos no andar de bicicleta ou na direção defensiva), que é bastante confiável e de resposta, no geral, bem mais rápida do que a memória cognitiva (cf. *idem*, p. 3-5).

Há, nesse nível, elementos da nossa existência concreta enquanto corpos capazes de pensar que dão conta não exatamente dos limites que nossa corporeidade impõe à nossa capacidade de conhecer e agir no mundo, mas que, ao contrário, indicam os múltiplos caminhos por assim dizer corporais de que nos valemos – ou sobre os quais nos apoiamos – de modo a, por exemplo, conseguir realizar atividades cognitivas/teóricas (protótipos e modelos visuais, p.e.) ou atuar de forma mais precisa e confiável em algumas situações (direção defensiva, p.e.).

No que tange a habilidades não corporais particularmente importantes para o desenvolvimento tecnológico, teríamos a de conceber projetos, que, como argumenta Ferguson (1977), é fortemente tributária de elementos não verbais (nem matematizáveis), como o recurso a imagens. A expertise nela seria algo similar à expertise na docência, cuja arte passa certamente por aspectos corporais e não corporais ensináveis, mas que não se esgota neles, demandando aperfeiçoamentos na maioria das vezes oriundos da prática de ensino (junto ao grupo etário, étnico, com certo perfil socioeconômico etc. com o qual se trabalha) e não explicitamente enunciados ou elaborados. Mas aperfeiçoamentos que, não obstante, permitirão distinguir com clareza entre um bom e um mau professor. (Quanto à arte de projetar, falaremos longamente dela mais à frente.)

Por conta dos elementos tácitos presentes nesses dois contextos (habilidades corporais e não corporais), só parece ser possível obter (alguma) proficiência na execução desse tipo de atividades se, ao menos inicialmente, treino prático junto a, ou conduzido por, indivíduos mais experimentados nelas for fornecido ao neófito. Há, nesses casos, um limite claro e intransponível ao conhecimento teórico (para a viabilização das habilidades em questão). Limite que, curiosamente, não obstante, torna-se muitas vezes anátema em um mundo cientificamente enunciado e substantivamente desencantado, como esse do esclarecimento ocidental sob o ordenamento tecnocrático capitalista de nosso tempo⁵².

---

⁵² E isso parece dever-se a uma multiplicidade de fatores, que vão desde o lugar que esse tipo de saber teórico-científico ocupa na manutenção e justificação do ordenamento atual da vida em sociedade e da configuração de forças que o sustenta, até a atração que, também por isso, ele exerce sobre outros regimes de produção e

*****

Essa constatação, em certa medida evidente ao senso comum, de que existem nacos da nossa experiência prática cotidiana não enunciáveis (tácitos) ou não teorizáveis (por conta, por exemplo, de serem inevitavelmente locais e marcados por contingências insuperáveis) tem consequências centrais para o nosso estudo aqui. De uma parte, ela implica, para o âmbito da atividade científica, na demanda por estratégias sensíveis ao contexto, que são as únicas que podem dar conta tanto dos princípios emergentes em sistemas complexos, quanto de aspectos insuperavelmente locais, não universalizáveis, daquilo que se busca conhecer. Isso já foi visto. De outra parte, ela aponta para uma atuação e uma formação em engenharia que não são – ou não podem ser – nem apartadas do contato direto com as contingências relacionadas a cada projeto particular, nem passíveis de serem desenvolvidas sem (amplo) recurso a conhecimentos tácitos ou não universalizáveis. Aprofundaremos essa análise ao longo das próximas seções.

3.3.2 Aspectos gerais da técnica pré-moderna

A prática técnica pré-moderna fundava-se de maneira preponderante em conhecimento do tipo experiencial (implícito ou tácito). Isso significava, dentre outras coisas, que ela só poderia ser repassada através do contato direto entre mestre e aprendiz, uma vez que a sua codificação, que poderia torná-la disponível a outras pessoas através da divulgação escrita, era praticamente impossível. No âmbito da transmissão intergeracional, tal coisa implicou a constituição de grupos de artesãos aos quais os neófitos se associavam – ou do qual já eram parte, por nascimento, como nas organizações familiares –, de modo a aprender o ofício (cf. Epstein, 2005, p. 5-7; Wittner, 2009, p. 38-9). Na Europa, isso deu lugar, por exemplo, às guildas, que existiram entre os séculos XI e XIX, e que foram fundamentais, na opinião de Epstein (2005), para o caminho que conduziu o continente de

---

distribuição do conhecimento, como os relacionados à produção técnica (cf. Marcovich & Shinn, 2012). A cientificação da engenharia a que se aludia anteriormente é bastante tributária dessa ordem de coisas.

seu atraso tecnológico, comparado com regiões da Ásia como a China e a Índia, por volta do século XI, à sua primazia no processo de industrialização (cf. Epstein, 2005, p. 2).

O acesso a técnicas praticadas em outras partes só era possível, por essa razão, quando artesãos ou engenheiros que as dominavam migravam para outros lugares e repassavam seu conhecimento, ou quando eles se encontravam para participar de empreendimentos comuns, como as construções de catedrais e de grandes edifícios seculares na Europa da baixa Idade Média (cf. idem, p. 8-9; Glick, 2009, p. 33-4). Desses encontros surgiam muitas inovações. A tirar pelos relatos históricos disponíveis sobre os grandes empreendimentos de construção civil na Europa, essas inovações emergiam, via de regra, como respostas a desafios técnicos novos trazidos com o projeto, e que eram muitas vezes percebidas durante a própria realização dele. Assim, igrejas mais altas, por exemplo, impuseram novas demandas com relação à estrutura do prédio, de modo que ele desse conta de suportar tanto o maior peso da construção, quanto a maior pressão do vento sobre ela. Tais demandas foram sendo identificadas à medida que as construções mais altas ruíam ou mostravam sinais de um estresse excessivo das suas estruturas. As soluções para elas ou eram tentadas – e testadas – diretamente na construção, o que parece ter sido o mais comum, ou buscadas a partir do estudo dessas estruturas em menor escala (cf. Epstein, 2005, p. 8-10).

O amadurecimento da prática técnica, nos diversos domínios em que tal prática se desenvolvia, deu lugar, desde cedo, a regras de ouro. Essas regras, que nunca foram inteiramente formuladas, permanecendo sempre, em algum nível, tácitas, permitiam ao artesão ou ao engenheiro/projetista alterar diversos elementos daquilo que se buscava construir/produzir, sem que, para tanto, se precisasse partir do zero nessa construção, mas, ao contrário, fosse possível valer-se da experiência acumulada em outros projetos similares. Eram dessa ordem as regras que, para a construção de catedrais góticas, consideravam a relação entre a altura e a largura da nave, assim como a altura e o ângulo do clerestório e do teto. Essas regras, não obstante, eram sempre altamente tributárias da tradição técnica local. No caso das catedrais góticas, isso significava que as soluções estruturais desenvolvidas só funcionavam para o tipo de forma para cuja concretização elas foram concebidas. Tais formas eram obtidas, na Europa dessa época, através da rotação do quadrado, ou da do triângulo (que, comparativamente com a rotação do quadrado, produzia

projetos de igrejas mais baixas e mais largas). Mas o tipo de estrutura que dava certo em um dos casos, não dava no outro (cf. Epstein, 2005, p. 11-3).

Com o passar do tempo, alguns campos, como o da construção naval, foram conseguindo superar progressivamente o caráter tácito ou implícito de parte do conhecimento que o fundamentava. Passo decisivo para isso, nessa área, foi a incorporação dos desenhos em escala ao projeto. Tal coisa, porém, malgrado o evidente ganho em flexibilidade que ela agregou à prática do design, impactou inicialmente menos a fabricação em si das embarcações, e mais a distinção dos projetistas com respeito aos construtores (cf. *idem*, p. 15-7).

Via de regra, então, a técnica pré-moderna, na Europa e, ao que parece, no restante do mundo também, esteve indelevelmente associada, seja a conhecimentos tácitos, seja a uma profunda vinculação aos valores estéticos, religiosos, morais etc. do grupo e da tradição (técnica) a que se pertencia. Se isso, por um lado, colaborava para que tanto a difusão do conhecimento quanto a troca entre tradições diferentes fosse difícil, por outro, permitia que distintos aspectos substantivos informassem a produção técnica. É desse tipo de conformação que deriva, por exemplo, a identificação de parte significativa da tradição técnica japonesa com o valor ou a busca da miniaturização (cf. Feenberg, 2010, p. 113).

Seja como for, e em uma tendência que só será efetivamente questionada a partir da década de 1970, o desenvolvimento da ciência moderna e de seu método trará consigo, de uma parte, não apenas a possibilidade de enunciar muito do conhecimento tácito envolvido na produção técnica, como também um modo de fazer e de ensinar engenharia que tenderá a copiar aquilo que é feito na ciência (cf. Ferguson, 1992; nota 52). É a cientifização da engenharia, que se mencionou anteriormente. De outra parte, e como consequência disso, serão desenvolvidos uma desconfiança e um menosprezo pelo conhecimento não passível de ser exprimido cientificamente, como se ele fosse inferior e tivesse necessariamente que ser superado. Trata-se do movimento que culminará na identificação da engenharia com ciência aplicada (p.e., em Bunge (1966)), e que tem, nas suas raízes, ou seja, no período de constituição da ciência moderna, três constituintes principais.

Em primeiro lugar, há, no início do século XVII, um certo despeito da parte de muitos cientistas para com o conhecimento dos artesãos, que faz com que estes, pessoas pouco educadas, pareçam conhecer mais a natureza do que eles, os cientistas. Tal coisa, além

disso, só seria possível, ou seja, os artesãos só conseguiriam realizar essas tarefas que os demais, para fazê-lo, precisariam gastar anos observando-os, porque, no entendimento dos cientistas, eles escondiam o conhecimento que empregavam nessa produção. Em segundo lugar, os novos cientistas buscavam se distanciar da longa tradição da alquimia, que eles associavam com um forte desejo por sigilo e por exclusivismo social e técnico. Uma alquimia que, ademais, identifica-se fortemente com a prática técnica, de modo a destacar seu caráter empírico e não escolástico. Com isso, em contraposição a tais atividades que os cientistas apresentavam como secretas e pouco confiáveis (técnica e alquimia), a ciência se oferecia [não apenas como busca racional da verdade, mas também] como prática intelectualmente aberta, pública (cf. Epstein, 2005, p. 25-6). Por fim, há, da parte dos cientistas, o desejo/impulso de construir “um método facilmente transportável, cujo principal objetivo era codificar os fatos do mundo natural em uma linguagem universal” (Epstein, 2005, p. 26)⁵³.

Vemos, assim, instaurar-se, já no surgimento da ciência moderna, o gérmen dessa tendência de progressivamente banir-se a contingência e os elementos inevitavelmente tácitos/implícitos do projeto e da implementação técnica. Há, de uma parte, um aspecto positivo nele, se o olharmos a partir da perspectiva da engenharia, que é o de enunciar e sistematizar, o tanto quanto possível, os conhecimentos envolvidos nessa prática. De outra parte, contudo, a desconsideração da especificidade daquilo que se intenciona em um e em outro caso (ciência e engenharia) – conhecimento teórico e conhecimento com vistas à produção de algo que funcione – não apenas afastará a formação em engenharia, como se verá, do ideal que ela deveria buscar, como permitirá também que a técnica, assim como a ciência que a informa nesse cenário, seja colonizada e posta a serviço do ordenamento tecnocrático hegemônico.

Foge do escopo desse trabalho proceder, aqui, a uma genealogia socialmente mais ampla e historicamente mais completa desse processo todo. De qualquer forma, ao menos nessa sua origem, ficam claros os interesses estratégicos dos cientistas, com tal ardil (de

---

⁵³ Os artesãos, de sua parte, também valorizavam a codificação na realização de suas atividades (como a constituição das regras de ouro bem o evidencia), só que com um fim distinto: não a construção de um conhecimento [teórico e com pretensões à universalidade] por ele mesmo, mas de um [prático (poiético) e aplicável] que os permitisse produzir coisas que funcionassem (cf. *idem*, p. 26).

depreciar o conhecimento engenheiril ou técnico), bem como traços gerais de algumas consequências de longo prazo disso para a prática da engenharia, em sua gradativa identificação com o entendimento de um desenvolvimento necessário e unilinear da técnica, tão necessário e unilinear como pretenderam ser, para a ciência, o entendimento positivista dela.

3.3.3 Técnica moderna

Para o estudo da técnica moderna, faremos um corte principal, de modo a que a análise do conhecimento que a fundamenta seja exequível no espaço deste capítulo. Ainda que a atividade da engenharia compraza organização, elaboração e planejamento em três níveis distintos – projeto, produção e manutenção (cf. Vincenti, 1990, p. 13) – estaremos particularmente atentos ao primeiro deles, o do projeto. Ao decidir por essa delimitação, abrimos mão, em parte, de enxergar a engenharia moderna de forma mais completa. Contudo, na medida em que elementos dos outros dois níveis – produção e manutenção – fatalmente se fazem representar, em algum grau, também no projeto, optar por este último nos mantém em algum contato com especificidades dos outros dois.

3.3.3.4 *Projeto e satisficing*

De acordo com Simon (1981 [1969]), projetar é fazer com que determinada situação ou estado seja alcançado, partindo-se de alguma condição específica que lhe seja prévia. Tal tarefa, não obstante, requer conhecimento específico para poder ser executada. Razão pela qual o seu aprendizado, na formação em engenharia, deva ser tão priorizado quanto, por exemplo, o de física, química e matemática. Com efeito, é essa ciência do projeto, que ele também chamará de ciências do artificial, que nos permitirá mobilizar eficientemente o conhecimento (científico) à nossa disposição para produzir o artefato (e a funcionalidade) que estamos buscando (cf. Simon, 1981, p. 6-12, 101, 111-113).

O exercício do projeto, contudo, raramente conduz a uma única solução adequada ou aceitável. De fato, para a maioria das situações reais, o contexto em que a técnica buscada deverá operar é desafortunadamente complexo demais para que, mesmo com uso rigoroso dos instrumentos oferecidos pela ciência do projeto, consigamos chegar à solução ótima (e única). Nesses casos, deparamo-nos usualmente com um número elevado de variáveis e/ou com um conhecimento insuficiente ou excessivamente complexo sobre elas. Assim, o projeto ótimo acaba sendo matemática ou computacionalmente insolúvel, ou de cálculo proibitivo (em termos de tempo e/ou custos). Isso significa que não existem equações solucionáveis de onde possamos deduzir a resposta ótima, algoritmo finito que nos permita encontrá-la, nem software e/ou capacidade computacional adequados que nos permitam varrer todas as possibilidades existentes, oferecendo-nos, por fim, a melhor delas (cf. Simon, 1971, p. 1-2).

Com isso, resta ao projetista, nesses casos, buscar não a solução ótima, mas alguma que, considerando as restrições que ele precisa obedecer no projeto e os recursos de que dispõe para construí-lo (tempo, dinheiro e capacidade computacional), seja satisfatória. É o famoso *satisficing* de Simon, método de busca por uma solução que seja considerada adequada, e que ele define da seguinte forma: “nós satisfazemos [*satisfice*] ao buscarmos alternativas de um tal modo que que nos permita usualmente encontrar uma que seja aceitável após uma pesquisa apenas moderada” (Simon, 1981, p. 120). *Satisficing* não é propriamente, para Simon, um ideal a ser perseguido, mas a tradução da prática cotidiana já testemunhada na maioria dos projetos de engenharia. Apesar de ser comum e recorrente, entretanto, pouco estudo sistemático foi ou tem sido desenvolvido sobre esse método. E é também por isso que as ciências do artificial devem não apenas ser ensinadas nos cursos de engenharia, como (mais) desenvolvidas (cf. 1981, p. 119-21; 1971, p. 1-2).

Ainda que use o termo “ciências do artificial”, a perspectiva de Simon aqui não é a de reduzir a engenharia à mera aplicação das ciências da natureza. Na verdade, ao contrário, em sua análise da formação em engenharia provida nas universidades [norte-americanas], nas décadas de 1970-80, ele faz uma dura crítica à excessiva ênfase dada aos conteúdos científicos e à matemática, em detrimento do estudo do projeto em si. Em sua definição, além disso, essa ciência do projeto seria “um corpo de doutrina analítica ensinável sobre o processo de projeto, que é intelectualmente robusta e parcialmente formalizável, parcialmente empírica” (Simon, 1981, p. 113).

Nesse sentido, a compreensão de Simon parece se aproximar da de Ropohl (1997), para quem a criação de novos artefatos é uma tarefa distinta da pesquisa científica, demandando a antecipação mental, da parte do engenheiro, daquilo que ele está buscando construir e que não existe ainda no mundo. Uma antecipação que, na média, seria mais imagética do que discursiva, incorporando, em si, conhecimentos tácitos/implícitos (cf. Ropohl, 1997, p. 69-70). Estaríamos, nesses termos, em uma zona fronteira com as artes (ou, mesmo, com a prática técnica pré-moderna), no sentido tanto de que as habilidades demandadas aqui – o saber-como – não são esgotáveis em procedimentos cognitivos articuláveis, quanto de que essa antecipação mental e outras etapas do projeto técnico incorporam fortes componentes de criatividade, de *poiesis*. Por conta disso, assim como nas artes, só podemos perceber/aprender e desenvolver tais habilidades se dispomos, também, da possibilidade de observar pessoas mais experimentadas na realização de tais tarefas, ou se nos submetemos a treinamento com elas. Enxergada desse modo, a ciência do projeto de Simon engloba também, então, aquilo que, nos termos de Ferguson (1992), chamaríamos de arte da engenharia.

3.3.3.5   *Conhecimentos técnicos demandados no projeto técnico moderno*

Projetar, dessa forma, terá a ver com a busca por soluções satisfatórias, em uma prática que, em alguma medida, aproxima-se ou se assemelha à arte. O projeto em engenharia, entretanto, não é algo monolítico ou direto, mas atividade que envolve vários níveis hierárquicos e que demanda, para ser realizada adequadamente, distintos tipos de conhecimento e múltiplas etapas. Seguindo, nesta seção, Vincenti (1990) de perto, diríamos inicialmente que são cinco esses níveis hierárquicos. Esquemáticamente, eles seriam definidos da seguinte maneira (p. 9):

1. Definição do projeto: tradução de uma necessidade ou busca (militar, comercial, política ou o que seja) em um problema técnico concreto;
2. Projeto geral: layout do arranjo e proporções do artefato a ser construído, para se alcançarem as definições do projeto;

3. Projeto dos componentes principais: divisão do projeto segundo as partes que constituem o objeto projetado. No caso de um avião, isso seria: asas, fuselagem, sistema elétrico etc.;
4. Subdivisão das áreas anteriores (item 3) de acordo com a disciplina de engenharia requerida. No caso da engenharia aeronáutica, teríamos: aerodinâmica da asa, estrutura da asa, mecânica da asa etc.;
5. Subdivisão das subáreas anteriores em problemas altamente específicos. Para a engenharia aeronáutica, o projeto de aerodinâmica da asa, por exemplo, pode ser dividido em problemas de plataforma, seção de aerofólio e *high-lift device*.

Em seu trabalho, Vincenti focará particularmente as etapas mais baixas dessa hierarquia, restringindo-se quase que exclusivamente às duas últimas. Elas seriam, por assim dizer, as dimensões mais puramente técnicas da atividade projetiva, nas quais não apenas os engenheiros trabalham quase que exclusivamente com seus pares, não tendo que interagir diretamente com o contratante e com pressões políticas ou sociais de quaisquer ordens, como, também por isso, esse tipo de interferência externa alcança essa fase do projeto via demandas técnicas incorporadas ou traduzidas nos níveis ou fases anteriores (sobretudo, mas não exclusivamente, no primeiro). Na próxima seção, porém, voltar-nos-emos para os níveis hierárquicos mais altos, de modo a tentar evidenciar a maneira pela qual os valores sociais são incorporados à atividade projetiva, sendo traduzidos em saber técnico específico, que torna certas implementações projetáveis, mas outras não.

Vincenti, ademais, ainda que desenvolva seu estudo quase que exclusivamente a partir da engenharia aeronáutica, pretende que sua análise seja substancialmente a mesma para qualquer área da engenharia. Sua aposta é a de que aquilo que ele está propondo possa ser complementado, mas não corrigido, quando aplicado a outra área (cf. Vincenti, 1990, p. 207-8). Tal suposição, aliás, recebeu algumas confirmações desde que o seu livro foi publicado, como a apresentada por de Vries (cf. 2005, p. 127-9), no âmbito da engenharia eletrônica.

Por fim, Vincenti está preocupado com aquilo que ele chama de projeto normal, no qual o adjetivo “normal” é usado de forma análoga à nomenclatura kuhniana de atividade normal, em contraposição à radical/revolucionária, na ciência. A ruptura revolucionária na engenharia, segundo esse entendimento, dá-se quando um novo princípio operacional/funcionalidade e/ou uma nova configuração normal são criados (analisaremos melhor esses conceitos mais à frente). No projeto normal, de sua parte, já se sabe que o artefato funciona

e já se conhece – e se assume como canônica – a sua configuração operacional. Cabe ao projetista aqui simplesmente aprimorar o dispositivo e/ou adaptá-lo às múltiplas necessidades/usos que se possam requerer dele, sempre respeitando em seu trabalho, entretanto, a funcionalidade paradigmática e a configuração canônica (cf. Vincenti, 1990, p. 7-8, 210-1).

Postas essas ressalvas, podemos passar às categorias do conhecimento técnico envolvidas, de acordo com Vincenti, nas últimas etapas da atividade projetiva. Elas seriam (cf. p. 208):

1. Conceitos fundamentais do projeto;
  2. Critérios e especificações;
  3. Ferramentas teóricas;
  4. Dados quantitativos;
  5. Considerações práticas;
  6. Instrumentalidades do projeto.
1. CONCEITOS FUNDAMENTAIS DO PROJETO. Na engenharia normal, os projetistas precisam saber, em primeiro lugar, o **princípio operacional** dos componentes do artefato. Princípio operacional seria a função específica que cada parte do artefato tem na operação esperada do dispositivo como um todo. Nesse sentido, a asa do avião tem como princípio operacional prover sustentação à aeronave, quando em voo, a partir da diferença de pressão entre suas duas faces, provocada pelo deslocamento do ar. É sabendo disso que o projetista poderá pensar, seja em melhorias para essa peça, seja em designs mais adequados para cada tipo específico de uso intencionado com a aeronave, por exemplo. Além do princípio operacional, no entanto, também se deve conhecer de antemão a **configuração normal** do equipamento que se está projetando, ou seja, a forma e o arranjo considerados como os que melhor incarnam os princípios operacionais envolvidos, e que deverão ser sempre buscados. Exemplos disso seriam, para o caso do carro, o número de rodas (normalmente quatro) e o tipo de refrigeração do motor (usualmente por algum líquido) que se usam. Ainda, porém, que esses dois conceitos fundamentais sejam, como se disse antes, essenciais para o desenvolvimento do projeto normal, deve-se ressaltar que o princípio operacional é uma restrição bem mais definitiva do que a configuração normal. Isso porque esta última pode ser alterada com

certa facilidade, sem que, com isso, requeira-se a alteração do princípio operacional. De fato, por exemplo, que um carro possa ter três rodas ou um motor refrigerado a ar em nada implica na alteração do princípio operacional desses dispositivos (nem na operação geral do carro como um todo) (cf. Vincenti, 1990, p. 208-11).

2. CRITÉRIOS E ESPECIFICAÇÕES. Para que um projeto possa ser montado e implementado, é necessário que as demandas de ordem econômica, social etc., presentes em seus níveis hierárquicos mais altos, e usualmente expressas qualitativamente, sejam traduzidas, nos níveis mais baixos, em parâmetros numéricos que devem ser considerados na construção daquilo que se está requerendo. É assim que, por exemplo, a necessidade de torque inicial e rendimento elevados levou os projetistas do motor de indução a identificarem na dispersão magnética e na resistência do rolamento secundário dois critérios (quantificáveis) fundamentais a serem considerados/otimizados no design desse tipo de equipamento (cf. Klein, 1987, p. 293-4). Tais especificações, entretanto, não são requeridas apenas por exigências dos primeiros níveis hierárquicos, mas decorrem de demandas de todos os níveis que impactam aquele(s) que lhe(s) é/são subsequente(s). O aumento de velocidade e do peso das aeronaves, por exemplo, teve que ser traduzido em novas especificações para o trem de pouso (cf. Vincenti, 1990, p. 212). Seja como for, esses critérios e as especificações que precisam ser consideradas no projeto de qualquer artefato técnico raramente estão claros nas origens de processo. O que no geral acontece, ao contrário, é que tais pontos vão sendo estabelecidos e padronizados ao longo do amadurecimento da técnica em questão. Esse é o caso não apenas de todas as normas de segurança técnica (ilustrados no exemplo das caldeiras norte-americanas analisado por Feenberg (cf. 2010, p. 18-21)), como dos critérios de qualidade (p.e., critérios de qualidade de voo (cf. Vincenti, 1990, p. 51-111)), de restrições de ordem ambiental (p.e., rendimento energético e produção de CO₂), estética etc. No geral, além disso, tais critérios não são fixos, variando de acordo com as necessidades/demandas do contratante (um caça militar, por exemplo, terá especificações sensivelmente distintas das de um avião comercial de passageiros) (cf. idem, p. 211-3).
3. FERRAMENTAS TEÓRICAS. De posse dos princípios operacionais, da configuração normal e dos critérios e especificações do projeto, os engenheiros precisarão lançar mão de conceitos, teorias e métodos matemáticos para fazer os cálculos que o design requer. Os **métodos matemáticos e teorias** incorporam tanto fórmulas simples para cálculos

diretos, quanto esquemas complexos. Trata-se de conhecimento cujo espectro vai desde a *ciência pura* (no caso, a matemática) até as *premissas quantitativas* (conhecimento de ordem empírica com baixíssimo grau de formalização, e que ajuda a prover dados seguros o suficiente para fundamentarem algumas dimensões do projeto – p.e., a consideração de que a carga sobre uma junta rebitada se divide igualmente por todos os rebites que a compõem). Partindo-se do extremo “ciência pura” em direção ao “premissas quantitativas” desse espectro, teríamos ainda a *ciência aplicada* (ou seja, a mera tradução da ciência física, química etc. em forma útil/aplicável pela engenharia), as *teorias baseadas em princípios científicos* (i.e., elaborações teóricas que partem ou consideram teorias científicas, mas que incorporam simplificações e/ou alterações, desconsiderando aspectos não centrais ou não essenciais para o problema em análise; é o caso da aerodinâmica e, em certo sentido, também da teoria do motor de indução (cf. Klein, p. 310-3)), as *teorias aplicáveis apenas a uma classe de dispositivos* (como a teoria de arrasto induzido para as asas do avião) e as *teorias fenomenológicas* (que seriam a sistematização de dados empíricos obtidos, por exemplo, pelo método de variação de parâmetros, como no caso do estudo das hélices dos aviões (cf. Vincenti, 1990, p. 138-9, 160-4)). Ciência aplicada e teorias baseadas em princípios científicos possuem, ambas, estruturação matemática e poder explicativo. Contudo, o interesse e a utilidade destas últimas cessam assim que o artefato ou a classe de fenômenos (de interesse técnico) aos quais elas se referem tornam-se desimportantes. Excetuando-se as premissas quantitativas, todos os demais elementos teóricos deste item constituiriam, para Vincenti, a maior parte daquilo que se convencionou chamar de ciências da engenharia (cf. idem, p. 213-5). Voltaremos a esse ponto mais à frente. De sua parte, **conceitos intelectuais** são os conceitos dos quais se deve partir para se conseguir pensar e formular qualquer projeto. Vão desde ideias básicas da ciência (p.e., força, massa, corrente elétrica etc.), a aspectos mais puramente técnicos (como eficiência e retroalimentação), passando também, em contexto mais estrito, por elaborações como a do volume controlado na dinâmica dos fluidos (e que será fundamental para tornar tal teoria aplicável à engenharia (cf. idem, p. 117-28)) (cf. idem, p. 215-6).

4. DADOS QUANTITATIVOS. “Mesmo tendo à mão os conceitos fundamentais e as especificações técnicas, as ferramentas matemáticas são de pouca serventia sem os

dados das propriedades físicas ou outras quantidades requeridas nas fórmulas.” (idem, p. 216) Tais dados quantitativos podem ser de dois tipos diferentes: **descritivos** ou **prescritivos**. São da primeira espécie: constantes físicas (como a aceleração da gravidade); propriedades das substâncias (como o coeficiente de viscosidade de fluidos); propriedades de processos físicos (p.e., taxa de reação química); e parâmetros não previsíveis pela teoria (como a resistência do rebite). Os dados prescritivos não descrevem, mas orientam o que deve ser feito, de modo a se alcançar determinado resultado. São os valores que devem ser respeitados em critérios/especificações (item 2 acima), de modo a que tais quesitos estejam de acordo com o que se convencionou ou se verifica empiricamente como ideal, mínimo necessário ou máximo tolerável (no que tange à segurança, conforto, impacto ambiental etc.) (cf. Vincenti, 1990, p. 216-7).

5. **CONSIDERAÇÕES PRÁTICAS.** São, como o próprio nome diz, considerações de ordem prática, raramente registradas e nunca provenientes de pesquisa sistemática (diferentemente do caso dos itens 3 e 4 acima). Por essa razão, não é possível normalmente aprendê-las através de livros ou na faculdade, mas apenas no dia a dia do trabalho técnico. Elas são traduzidas em regras de ouro, considerações que devem ser obedecidas no projeto porque se verifica empiricamente que tal coisa é por alguma razão necessária, mas saber carente de qualquer sistematização ou fundamentação outra que a mera observação fortuita de uma regularidade empírica. Exemplo disso, na aeronáutica, é a regra de que o peso vazio da aeronave pode ser aumentado, desde que, com isso, consiga-se uma certa diminuição no arrasto. Pode acontecer, contudo, de que, com o tempo e o aumento no conhecimento/sistematização, considerações práticas tornem-se dados quantitativos (como com a questão da relação entre a espessura mínima das chapas de metal e o tipo de rebitagem que elas toleram) ou mesmo critérios e especificações (como na questão da qualidade de voo) (cf. idem, p. 217-19).
6. **INSTRUMENTALIDADES DO PROJETO.** “Para além das ferramentas analíticas, dos dados quantitativos e das considerações práticas, todos fundamentais para a realização de seu trabalho, os projetistas precisam saber também como realizá-lo.” (Vincenti, 1990, p. 219) Assim, na construção de um projeto normal, os engenheiros precisam lançar mão de alguns **procedimentos estruturados** bem conhecidos. É o caso da divisão de um projeto geral (p.e., avião), em suas subpartes (p.e., estrutura, motor e hélice para um avião), e destas em suas componentes etc. Também é o que acontece com a otimização – ou, de

forma mais realista, *satisficing* – que se busca em cada uma dessas subpartes. Entre os procedimentos estruturados e as habilidades avaliativas (bem menos estruturadas), encontram-se os **modos de pensar** [*ways of thinking*], que seriam, por assim dizer, “semi-estruturados”. É assim que, por exemplo, engenheiros partilham modos comuns de apreender a operação do dispositivo e imaginar o efeito que alterações em seu projeto poderiam provocar. Outro caso de modo de pensar é partir-se de um tipo particular de pensamento para encontrar conceitos que se adequem à situação em análise, como na analogia. Esses dois primeiros modos são facilmente ensináveis (nas escolas de engenharia e no trabalho) e são parte do corpo de conhecimento em engenharia. Um terceiro modo de pensar é o visual, no sentido de que “todo projetista extraordinário é invariavelmente um extraordinário pensador visual”. Por fim, as **habilidades avaliativas** estão associadas, por exemplo, à percepção (e busca) por uma solução satisfatória (na impossibilidade, como de costume, de se obter uma que seja ótima). “Tais habilidades, do mesmo modo que no pensamento visual, requerem inspiração, imaginação e intuição, assim como um senso de elegância e de estética no projeto técnico.” (idem, p. 222) Por isso, elas são mais tácitas e menos objetivamente aprendíveis (cf. idem, p. 219-22).

Ainda que tenham sido apresentados separadamente, entretanto, esses seis componentes do conhecimento tecnológico interagem e interpenetram-se. Assim, por exemplo, “a necessidade de especificação técnica aplicada a um dado princípio operacional demanda ferramentas teóricas e dados quantitativos apropriados” (Vincenti, 1990, p. 222).

*****

Mitcham (1994), como já tivemos a chance de antecipar brevemente na introdução deste capítulo, identificará quatro – e não seis – tipos distintos de conhecimento relacionados à técnica (cf. p. 193-4):

1. Habilidades sensório-motoras ou *techmemes* (Gille). Trata-se de conhecimento pré-consciente de como fazer e usar, que são mais propriamente saber-como, ao invés de saber-que. Adquirem-se intuitivamente, por tentativa e erro ou pela imitação de algum mestre artesão;

2. Máximas técnicas (Carpenter), regras de ouro (Bunge) ou receitas (Gille). Trata-se de formulações que tentam sistematizar habilidades exitosas de construção ou uso de algo. Receitas culinárias são um bom exemplo disso;
3. Leis descritivas (Carpenter) ou regras tecnológicas (Bunge). Assumem a forma “se A, então B”, com referência concreta à experiência. São mais descritivas e apenas implicitamente prescrevem ações (ou usos). Distinguem-se dos enunciados científicos porque não há uma formalização teórica explícita que explique tal lei. Um exemplo é a cunha deslizante de Colombo para determinar a estabilidade de estruturas de terraplanagem. É uma lei que ele deriva da própria observação acerca de quais tamanhos e formas de fortificações se mostraram sólidas nesta ou naquela condição geológica/geográfica específica;
4. Teorias tecnológicas. Segundo Bunge, podem ser de dois tipos: substantivas ou operativas. No primeiro caso, temos a ciência aplicada (p.e., aerodinâmica como aplicação da dinâmica dos fluidos, termodinâmica, eletrônica). No segundo, temos teorias que se ocupam da operação de pessoas e máquinas complexas, como a teoria da decisão (presentes, por exemplo, nas técnicas de administração (cf. Mitcham, 1994, p. 199)). Aqui, as teorias são criadas através da aplicação do método científico a interações entre o ser humano e a técnica/tecnologia (cf. idem, p. 199).

Agrupando as subcategorias do conhecimento técnico de Vincenti nesses quatro tipos propostos por Mitcham, alterando-se a primeira delas para “habilidades”, ao invés de “habilidades sensório-motoras”, teríamos algo do tipo:

	Conceitos fundamentais		Critérios e especificações	Ferramentas teóricas							Dados quantitativos		Consider. práticas	Instrumentalidade do projeto		
	Princípio operacional	Configuração normal		Ciência pura (matemática)	Ciência aplicada	Teorias base. em princípios científicos	Teorias para disp. partic.	Teorias fenomenológicas	Premissas quantitativas	Conceitos intelectuais	Descritivos	Prescritivos		Procedimen. estruturados	Modos de pensar	Habilidades avaliativas
Habilidades													X	X	X	X
Máximas técnicas	X	X	X						X	X	X	X		X	X	
Leis descritivas								X								
Teorias tecnológicas					X	X	X			X	X					

De maneira geral, já era de se esperar que, à medida que nos encaminhássemos das ferramentas teóricas para as considerações práticas na tabela, o padrão dos “X” fosse ascendente. Isso porque, ao longo de tal percurso, o conhecimento produzido ou empenhado vai progressivamente diminuindo de generalidade, universalidade e sistematização. O fato de os conceitos intelectuais figurarem em dois tipos distintos se explica porque, nessa subcategoria, encontram-se tanto conceitos científicos como máximas técnicas. De modo similar, os dados descritivos englobam indistintamente constantes científicas e parâmetros empíricos contingentes. A matemática (ciência pura), não cabe em quaisquer das categorias de conhecimento técnico, até porque ela não o é. As instrumentalidades do projeto são, por assim dizer, uma categoria transversal, habilidades requeridas pelo (bom) projetista em todas as etapas do processo. Aquilo delas que é ensinável teoricamente parece-nos mais adequado de ser enquadrado no segundo tipo de Mitcham; já o que é mais tácito e/ou intuitivo, parece mais propriamente identificável com o primeiro. Por conta de, neste último caso, termos também habilidades mentais, alteramos a terminologia de Mitcham, retirando do nome que ele dava a essa categoria o adjetivo “sensório-motora”. Princípio operacional e configuração normal, que Vincenti coloca como os pontos de partida para qualquer projeto normal, uma vez criados, tornam-se as mais fundamentais máximas técnicas. Por fim, critérios e especificações, uma vez padronizados, também se enquadrariam nas máximas técnicas de Mitcham, ainda que, em seu processo de standardização, possam ser mobilizadas ferramentas conceituais e dados quantitativos.

Através desse agrupamento, fica claro identificar aquilo que configuraria o mais próprio disso que estamos chamando da arte da engenharia, e que consistiria, fundamentalmente, dos componentes da categoria “habilidades”. Trata-se de competências não teorizáveis ou não esgotáveis em teorizações que se façam, e que, precisamente por isso, só podem ser aprendidas se, em alguma medida, houver atuação prática junto a, ou sob a supervisão de, pessoas (mais) proficientes nelas.

*****

Se caminhamos, agora, na direção da tipificação proposta por Boon (2011), conseguimos um reagrupamento que nos permitirá distinguir entre o propriamente técnico, o propriamente científico e o intermediário entre os dois, dentre os conhecimentos que fundamentam a produção tecnológica. O propriamente técnico, para a autora, refere-se ao

que ela identifica com os processos decisórios relacionados ao projeto (cf. Boon, 2011, p. 66). O propriamente científico englobaria o conhecimento produzido pelas ciências e pela matemática. E o intermediário – que ela chama de ciências da engenharia –, seria uma forma de conhecimento que é produzido segundo o método científico e partilha, com a ciência, as características de adequação empírica e precisão, poder explicativo e capacidade preditiva, generalidade, simplicidade, consistência e coerência (cf. idem, p. 65). Elas estariam, assim, associadas ao esforço

de, através do modelamento, explicar, prever ou otimizar o comportamento de dispositivos e processos, ou as propriedades de diversos materiais, reais ou possíveis. [...] [E isso] é feito por meio de pesquisa científica de fenômenos que são relevantes para o bom ou mau funcionamento de dispositivos, processos ou materiais tecnologicamente importantes (Boon, 2011, p. 66).

Distribuindo-se as categorias do conhecimento técnico de Vincenti de acordo com essa tipificação de Boon, teríamos algo do tipo:

	Conceitos fundamentais		Critérios e especificações	Ferramentas teóricas							Dados quantitativos		Considerações práticas	Instrumentalidades do projeto		
	Princípio operacional	Configuração normal		Ciência pura (matemática)	Ciência aplicada	Teorias base. em princípios científicos	Teorias para disp. partic.	Teorias fenomenológicas	Premissas quantitativas	Conceitos intelectuais	Descritivos	Prescritivos		Procedimen. estruturados	Modos de pensar	Habilidades avaliativas
Ciência				X	X											
Ciências da engenharia						X	X	X		X	X					
Projeto	X	X	X						X	X	X	X	X	X	X	X

Por meio desse quadro, conseguimos enxergar tanto o papel fundamental da ciência e de seu método no suporte à prática da engenharia moderna, quanto os tipos de conhecimentos que se constroem sobre base, ou a partir de, metodologia distinta da científica. Tal exercício é fundamental, no sentido de buscarmos neutralizar o impulso por se (tentar) expurgar da produção técnica, ou por se menosprezar nela, conhecimentos, habilidades ou saberes não cientificamente lastreados. A origem genealógica de tal movimento, nós já a identificamos. Hoje, porém, ele serve a outros atores e ardis (como as grandes multinacionais das sementes e dos agrotóxicos, com suas soluções técnicas

“universais” (i.e., não locais) construídas a partir de “ciência de ponta”), estando na base, por exemplo, da deslegitimação de demandas por tecnologia social.

Seja como for, por ora, o fundamental a se reter dessa nossa discussão acerca do projeto técnico é que ele requer tanto conhecimentos científicos (enunciados e articulados), quanto habilidades mentais e sensório-motoras (em grande medida tácitas); tanto a aplicação de metodologia científica (na produção das assim chamadas ciências da engenharia), quanto processos decisórios e heurísticas voltadas à construção de algo que funcione (e não de um conhecimento sobre o mundo com pretensão à veracidade ou universalidade); tanto conteúdo que se pode aprender por meio de explicações ou aulas teóricas afetiva ou socialmente não vinculadoras, quanto saberes cuja transmissão pressupõe algum grau de relação e vinculação entre sabedor e aprendiz.

3.3.4 Valores sociais e projeto técnico moderno

Se nos voltarmos ao projeto em engenharia, buscando identificar os espaços de subdeterminação, nos quais o desenvolvimento tecnológico é escolhido ou definido muito menos por uma necessidade ou inevitabilidade técnica do que pela incidência de valores sociais, percebe-se que o espaço principal para esse tipo de incidência social se situa, no âmbito da engenharia normal de Vincenti, nos níveis mais elevados da hierarquia do projeto, particularmente nos dois primeiros: *definições do projeto e projeto geral*. É lá que as necessidades e restrições do contratante, juntamente com restrições sociais (de ordem jurídica, ética etc.), são traduzidas em características a serem buscadas pelo artefato a ser produzido.

O impacto de tal coisa nas etapas seguintes do projeto dá-se principalmente em dois âmbitos: na seleção da solução satisfatória que mais se adequa às condições de contorno assumidas (e que traduzem a perspectiva de valor que se está buscando reforçar ou perseguir); e na pressão para se desenvolverem os conhecimentos (técnicos e científicos) que eventualmente não estejam disponíveis, mas que se mostram necessários para o tipo de

solução que se busca (ainda que essa solução demore para ser alcançada ou, por fim, nem venha a sê-lo).

A verificação do primeiro desses dois âmbitos é mais simples, decorrendo, se nos ativermos à formulação de Simon, do caráter satisfatório das soluções técnicas encontráveis. De fato, na medida em que boa parte dos problemas que buscamos resolver tecnicamente são proibitivamente complexos, não temos como encontrar a solução ótima – e única – deles. Ao contrário, existiriam múltiplas soluções possíveis para cada um, e que se mostrariam mais ou menos satisfatórias em função das condições de contorno assumidas. O que as perspectivas de valor (ou estratégias de poder que as suportam) incidentes sobre a definição do projeto fazem, então, é simplesmente traduzir suas demandas nas restrições/condições técnicas que operarão como critério demarcatório entre o aceitável/satisfatório e o não.

O segundo âmbito do impacto dos valores sociais nos níveis mais altos do projeto técnico é de percepção mais sutil, até porque só podemos notá-lo nos níveis hierárquicos subsequentes, através dos conhecimentos mobilizados e produzidos para se fabricar a solução técnica que se busca. O entendimento aqui, não obstante, é bem claro e de fácil enunciação: até certo ponto, como veremos, é possível produzir-se conhecimento (pela engenharia e/ou pela ciência) capaz de dar lugar a soluções técnicas mais ou menos condizentes com as condições de contorno assumidas. Para isso, basta que a pressão que incide sobre *definições do projeto e projeto geral* seja não apenas traduzida e transferida para os níveis hierárquicos inferiores do design, como também incida sobre a atividade científica⁵⁴.

No que concerne aos componentes não científicos do projeto técnico, essa sensibilidade deles a valores sociais (incidentes nas fases iniciais do projeto) não é de difícil constatação. Começando com os conceitos fundamentais, se assumirmos a perspectiva simondoniana de desenvolvimento técnico, o que se verifica, neste âmbito, é uma de três

---

⁵⁴ Veremos um exemplo concreto dessa pressão sobre a ciência nos fóruns híbridos que analisaremos na próxima seção. Seja como for, o que se está dizendo aqui é essencialmente o mesmo que já se disse anteriormente, de que não existe a possibilidade de os cientistas – ou quaisquer pessoas/profissionais – atuarem em um vácuo de poder. Assim, lutar por uma ciência que possa produzir um conhecimento mais amplo da realidade, de sorte a também dar conta de subsidiar perspectivas tecnológicas plurais, é o mesmo que lutar pela construção de espaços nos quais grupos sociais não bem servidos pelo conhecimento científico produzido possam fazer-se escutar e, em alguma medida, ser atendidos em suas demandas técnicas e por conhecimento.

coisas. Pode-se ter: a construção de uma nova mediação entre humanidade e o mundo, ou seja, um novo princípio operacional; um aumento de concretização do indivíduo técnico, que impacta o princípio operacional dele ou sua configuração normal; ou uma inovação que desvirtua a funcionalidade técnica, em função de um uso específico intencionado, afetando, com isso, a configuração normal do artefato e/ou o princípio operacional de algum/ns do(s) seus componentes.

Em cada um desses três casos de desenvolvimento técnico, como tivemos chance de analisar no capítulo anterior, temos a incidência de valores sociais, seja através de elementos que compõem o meio associado que o objeto técnico constitui e ao qual ele precisa se adaptar, seja nas tensões entre a ordem do real e do antecipado que o inventor experimenta ou que é mais sensível a perceber, seja, para o caso dos desenvolvimentos não autênticos, nos valores que nortearão a construção do artefato enquanto uso ou sentido social específico. Nesses três casos – e, ao que parece, apenas neles –, o princípio operacional e a configuração padrão, usualmente estáveis no projeto normal, são alterados ou estabelecidos. E tal coisa se processa não apenas em meio a valores, como aqueles incidentes nas etapas iniciais do projeto normal, mas, em alguma medida não desprezível, também em resposta a eles.

Assim, mesmo que princípio operacional e configuração normal sejam (preponderantemente) alterados ou estabelecidos em projetos radicais, e mesmo que eventualmente não seja possível apresentar os estágios desse tipo de projeto segundo essas mesmas cinco etapas com que Vincenti apresenta o projeto normal, ainda assim, consegue-se ver que tais elementos são sensíveis a perspectivas de valor (ou a estratégias de poder subjacentes a elas), e que elas são precisamente do mesmo tipo daquelas que atuam sobre as primeiras etapas do projeto normal.

Dentre as demais categorias de conhecimento requeridas ou produzidas nos níveis inferiores da hierarquia do projeto, em resposta às demandas socialmente enviesadas apresentadas aos níveis superiores, em ao menos mais uma os valores sociais podem desempenhar um papel importante, a das instrumentalidades do projeto. E isso, nas três subcategorias apresentadas por Vincenti, principalmente em seus componentes tácitos ou não teorizáveis. Com efeito, para que o projeto dê os frutos esperados dele, tanto procedimentos estruturados, quanto modos de pensar e habilidades avaliativas precisam

privilegiar os conhecimentos particularmente úteis para o tipo de seleção axiológica que os níveis superiores da hierarquia do projeto estão buscando. De fato, seja no ordenamento/sequenciamento tornado canônico no projeto de determinada área da engenharia, seja nas analogias ou estruturações mentais mais utilizadas aí, ou nos pontos específicos a serem considerados em uma boa avaliação desse tipo de design – e nos critérios de beleza/elegância também associados aos juízos construídos aqui –, o projeto só tem êxito se, nesses procedimentos (ou habilidades), privilegia-se, de alguma forma, aquilo que é mais profícuo com respeito ao tipo de soluções técnicas que são esperadas/buscadas. Nesse sentido, por exemplo, uma engenharia agroecológica parece demandar um conjunto de instrumentalidades sensivelmente diferente do de uma engenharia agrícola transgênica. A estruturação do projeto, as imagens e metáforas válidas ou úteis e o senso estético (ou intuição) requeridos para a avaliação do design parecem ser, de fato, significativamente dissimilares em um caso e no outro.

Como parêntese neste ponto, vale chamar a atenção para o fato de que o tipo de ruptura característico de uma invenção simondoniana, e que, seguindo com a analogia de Vincenti para o projeto radical, estabelece-se em torno de um novo paradigma, de uma nova forma de enxergar a realidade, percebendo nela uma mediação até então não possível, ou uma concretização (apenas) nesse momento viável, essa ruptura parece estar fortemente relacionada a – ou ser grandemente tributária de – aquilo que, no projeto técnico, constitui a sua parte mais criativa e que, de acordo com Ferguson (1977), é bastante dependente de habilidades não verbais e muito fortemente imagéticas. Kuhn (2006 [1962]), aliás, também apelará para o dado imagético/visual, no uso que fará da *Gestalt*, também conhecida como teoria das formas, na apresentação da sua teoria. Para ele, com efeito, após o advento de uma revolução científica, de uma quebra paradigmática, é como se passássemos a *enxergar* pato, lá onde, até então, enxergávamos coelho. Na prática, para ele, isso teria sido exatamente o caso, por exemplo, com a revolução copernicana, após a qual os cientistas passaram a ver heliocentrismo, lá onde, por séculos, seus antepassados viam, a partir dos mesmos dados observacionais, geocentrismo.

No projeto em engenharia, o lugar dessas rupturas paradigmáticas – seja um princípio operacional novo, seja uma nova configuração padrão – parece estar, desse modo, profundamente associado às instrumentalidades do projeto, à arte da engenharia. É, com efeito, nelas que, como se viu, encontram-se tanto os modos de pensar (as habilidades

mentais fundamentais para imaginar os projetos e que – essa é a nossa hipótese aqui – irão nos fazer enxergar pato ou coelho, dependendo da conformação que apresentem), quanto as habilidades avaliativas (e o senso estético (ou intuição) a elas subjacente, capaz não apenas de nos fazer farejar algo mais afinado com ele, como de nos levar a identificar limites (já) não (mais) aceitáveis nas soluções existentes – e que apontam para, ou constroem a crise anunciadora e possibilitadora da, quebra do paradigma vigente) e os procedimentos estruturados (e os passos assumidos como canônicos na construção do projeto técnico). Com isso, e como já havíamos visto no capítulo anterior, seguindo uma outra trajetória, dependendo das perspectivas de valor a permear ou conformar a produção técnica – e as instrumentalidades do projeto, em particular –, algumas invenções vão se tornar mais suscetíveis de serem percebidas, ao passo que outras tornar-se-ão menos prováveis.

Fechando o parêntese, nas categorias de *critérios e especificações* e *dados quantitativos prescritivos*, tem-se quase que uma mera tradução automática dos valores que incidem sobre a etapa de definição do projeto, de sorte que se pode esperar que, mudando-se tais valores, esses dois conjuntos de saberes naturalmente se desenvolvam no sentido de se adequarem, o tanto quanto possível, às (novas) demandas do projeto. Por fim, as *considerações práticas* e os *dados quantitativos descritivos*, parecem apenas muito indiretamente afetadas por valores sociais, respondendo, de todo modo, a eventuais demandas por mais conhecimento de forma análoga às duas categorias anteriores.

Sinteticamente, então, no nível do projeto técnico normal, o desafio de algo como a democratização ou popularização do desenvolvimento tecnológico – e da produção de tecnologia social – radica-se preponderantemente nos valores que lograrmos incorporar, seja aos níveis mais altos do design, seja ao âmbito de boa parte daquilo que identificamos com a arte da engenharia (e que parece estar associada também aos tipos de invenções, isto é, princípios operacionais e/ou configurações padrão, possíveis). No geral da produção tecnológica convencional, há uma grande sintonia entre os valores incidentes nessas duas instâncias. Valores que, ademais, são os usualmente ensinados nas escolas de engenharia, mascarados de neutralidade, por meio dos códigos técnicos canônicos a que vão sendo apresentados – e conformados – os futuros engenheiros. Nas práticas de produções técnicas contra-hegemônicas, porém, essa sintonia pode não ser obtida – ou sequer percebida como

necessária. E tal discrepância pode tornar o projeto inexequível, ineficaz ou deficitário para produzir o tipo de solução buscada. Voltaremos a isso na próxima parte deste capítulo.

3.4 Experiências de controle democrático/popular interno à produção técnico-científica

No que vimos neste capítulo até aqui, a condição, em Lacey, para que a ciência seja capaz de produzir conhecimento útil a produções técnicas conformadas por múltiplas perspectivas de valor é a máxima metodológica do pluralismo⁵⁵. No âmbito da produção técnica em si, a capacidade de se construírem soluções legítimas para distintos atores sociais – com distintas estratégias de poder e, provavelmente, diferentes perspectivas de valor a encarná-las – é que o projeto (segundo a tipificação de Boon) seja aberto e sensível aos valores empunhados por esses atores (tanto no nível hierarquicamente superior da tradução das demandas dos contratantes em requisitos técnicos, quanto na dimensão das instrumentalidades do projeto). Assegura-se, com isso, que também os outros âmbitos não científicos implicados na atuação em engenharia – incluindo as ciências da engenharia de Boon – sejam instados ou desafiados, a partir das orientações provindas dos níveis superiores do projeto, a mobilizar e/ou produzir conhecimento que suporte o design pretendido, segundo as diretivas ou condições de contorno que se definiram para ele.

Em ambos os casos, porém, a possibilidade de que tais atividades (ciência e engenharia) provejam os frutos plurais, democratizados ou populares que elas são passíveis de prover não implica que isso venha de fato a ocorrer. Falta, de uma parte, e naquilo que se refere ao âmbito externo à produção técnico-científica em si, que se assegurem diversas condições para tanto, como, por exemplo, recursos de distintas ordens. No caso da ciência multimodal (nos termos de Lacey, multiestratégica), assim como de algo como a tecnologia social, isso significa, dentre outras coisas, garantir repasse de verbas públicas para essas atividades. De outra parte, como tentamos evidenciar no caso da ciência, e naquilo que se refere ao âmbito interno dessas atividades ou instituições, falta também motor ou causa

---

⁵⁵ Pluralismo de modos de pesquisa, sensíveis ao contexto e descontextualizadores. Modos que Lacey chama de estratégias.

eficiente, isto é, instância que mobilize os profissionais envolvidos (cientistas e engenheiros), de sorte a que eles atualizem, em algum nível, as potencialidades democráticas ou populares dos conhecimentos/artefatos que produzem, e em conformidade com as urgências ou demandas do grupo popular a que buscam servir.

O modo como esse desafio interno pode ser trabalhado é diferente em cada um dos dois casos (produção científica, de um lado, e produção técnica, seja normal ou revolucionária, de outro). Analisaremos e ilustraremos isso nas duas próximas seções. Em ambas as situações, porém, a tarefa das instâncias democratizantes sobre cientistas e engenheiros não é essencialmente muito diferente: ajudá-los a enxergar o mundo com outras lentes. No primeiro caso, isso significa um cientista que não apenas é capaz de ver e considerar contextos ou ecossistemas, como também as urgências e necessidades reais das pessoas (sobretudo, das socialmente mais fragilizadas ou excluídas). No caso da engenharia, essas novas lentes significam, no limite, não só identificar as urgências e necessidades do grupo popular com o qual se trabalha, mas também a capacidade de, na busca por encaminhá-las tecnicamente, incorporar, nas soluções construídas – e no modo de construí-las, assim como no ferramental cognitivo mobilizado para tanto –, saberes, modos de vida e valores próprios desses grupos.

3.4.1 Fóruns híbridos

No âmbito da produção científica, uma forma de incidência popular ou democratizante interna a essa atividade pode ser ilustrada por aquilo que Callon e outros (2009) chamam de fóruns híbridos. Trata-se de espaços abertos aos quais diferentes grupos podem aceder para discutir questões que envolvam a, ou alguma, coletividade, e para cuja superação ou melhor encaminhamento, falta, principal ou inicialmente, conhecimento científico. Desses espaços, participa um público heterogêneo tanto com respeito à própria atuação (cientistas, políticos, técnicos e leigos interessados ou afetados), quanto em relação às suas *expertises* (i.e., diferentes ciências, ética, religião etc.) (cf. Callon *et al.*, 2009, p. 18).

Três exemplos de tais espaços apresentados pelos autores seriam: 1) Em 1987, a França se vê às voltas com a necessidade de criar um depósito definitivo e seguro para o seu lixo atômico. A opção técnica oficial para tanto era enterrá-lo em solo estável, de sorte que, mantidas essas mesmas condições pelos milhares de anos em que se esperava que elas permanecessem inalteráveis, não seria necessário preocupar-se mais com aquilo que estava enterrado lá. Isso, entretanto, não era o modo como as populações potencialmente afetadas com essa escolha enxergavam o caso. Tão logo souberam da intenção do governo central, elas se mobilizaram, instando as autoridades por mais informações, ao mesmo tempo em que buscavam se instruir dos riscos e das opções a essa alternativa técnica junto a cientistas e técnicos de sua confiança. Em 1990, após um processo tenso no qual as populações locais precisaram batalhar muito para se verem realmente escutadas, os trâmites relativos a essa decisão são alterados, dando mais espaço e tempo para que todos os concernidos com ela possam ser escutados e considerados (Callon *et al.*, 2009, p. 13-7).

2) No outro caso, os habitantes de uma cidade francesa cortada por uma linha de alta tensão começam a perceber alterações na saúde de diversos de seus moradores, que eles correlacionam com a linha. Tal percepção, contudo, não é aceita pela companhia responsável por instalá-la e mantê-la. Por isso, os moradores precisarão tanto fazer levantamentos de múltiplas ordens, para inventariar todos esses casos suspeitos, quanto apoiar-se na análise de tais dados por cientistas, que possam, por fim, estabelecer (ou negar) o nexo causal que está sendo alegado (*idem*, p. 17-8).

Em comum, esses dois primeiros casos estão relacionados a disputas – possíveis por conta de um conhecimento científico ainda limitado –, levadas a cabo no espaço público – ou seja, acessíveis a todos os, ou muitos dos, concernidos – e que são fundamentais porque estarão na base, ou buscam conformar, decisões oficiais que precisam ser tomadas (no caso, pelo poder público).

Esses mesmos elementos – conhecimento limitado, espaço público e decisões (no caso agora, quanto a tratamento médico) – estão presentes, ainda que de forma ligeiramente distinta, no terceiro exemplo. 3) Trata-se, aqui, do caso de uma doença rara – a atrofia muscular espinal – cujos pacientes e respectivos familiares irão se congregam, em 1987, no seio da Associação Francesa contra as Miopatias (AFM), de sorte a fazerem avançar as pesquisas relativas a tal patologia, bem como, em decorrência disso, possíveis tratamentos para ela. De modo a conseguir alcançar tal fim, o grupo, dentre outras coisas,

cria um evento anual, o *Teleton*, com o objetivo de angariar recursos que, em parte, financiarão a pesquisa. Em consequência disso e da mobilização desse coletivo, no início da década de 1990, consegue-se identificar o gene relacionado a essa enfermidade. Parte dos familiares, ademais, em decorrência da forte militância, vai gradativamente tornando-se especialista na doença, de modo que, como aconteceu com a questão da AIDS nos Estados Unidos, nos anos 1980 (cf. Colins & Pinch, 1998, p. 126-50), passam a colaborar com o trabalho dos próprios cientistas (no acompanhamento crítico, por exemplo, dos resultados por eles obtidos) (cf. Callon *et al.*, 2009, p. 71-5).

O âmbito científico, para Callon e seus coautores, compraz três grandes etapas temporais, chamadas, cada qual, de tradução. Na primeira delas, T_1 , os cientistas recortam o pedaço do mundo, ou os fenômenos desse mundo, que buscarão estudar e melhor compreender em seus laboratórios ou escritórios (isso representa parte da etapa M_2 de Lacey) (cf. Callon *et al.*, 2009, p. 48-51). Na segunda tradução, T_2 , eles implementam a pesquisa propriamente dita sobre esse fragmento do mundo, que é inevitavelmente simplificado, de sorte a ser passível de ser controlado e manipulado em laboratório (etapas M_1 - M_3 do modelo do Lacey) (cf. *idem*, p. 51-9). Por fim, na última etapa, T_3 , os cientistas retornam ao grande mundo natural e social – do qual partiram para os seus laboratórios ou escritórios, com o recorte do pequeno fragmento (T_1) que se propuseram a estudar e conhecer (T_2) –, sendo capaz de explicá-lo (um pouco) melhor (etapa M_4 do modelo do Lacey) e/ou de atuar tecnicamente com mais (ou com nova) eficácia sobre ele (etapa M_5) (*idem*, cf. p. 59-68).

Apresentada nesses termos, a atividade científica pode se beneficiar da interlocução (popular ou democratizante) com não cientistas nos três momentos. No primeiro deles, da seleção do naco do mundo que se vai estudar (T_1), ela pode obter dos grupos ao menos parte de sua pauta de pesquisa, como nos três exemplos apresentados, assim como em tantos outros, como o das demandas dos coletivos e movimentos agroecológicos (cf. Callon *et al.*, 2009, p. 76-83). No terceiro, do retorno ao macrocosmo extralaboratório (T_3), ela pode (e deve!) enxergar aspectos que desconhecia, ou que desconsiderou no fragmento que estudou do mundo, e que passa a poder ter acesso com os relatos das suspeitas de efeitos inesperados ou da insuficiência do conhecimento construído, pelos grupos/indivíduos afetados por eles (podendo, a partir disso, considerá-los adequadamente em T_1 de uma nova

pesquisa) (cf. idem, p. 89-94). É o caso do segundo exemplo (linhas de alta tensão) e de todos aqueles de impactos não antecipados de determinada nova tecnologia sobre o ambiente natural e/ou o mundo humano; é o caso também das situações de conhecimento insuficiente para se compreender adequadamente determinado quadro⁵⁶. No segundo momento, o do desenvolvimento da pesquisa propriamente dita (T_2), a ciência pode se beneficiar tanto do diálogo com não cientistas especializados nos fenômenos que ela estuda (como no caso da atrofia muscular espinal e da AIDS), quanto da vigilância que os grupos concernidos, mesmo não especializados, podem exercer sobre os resultados que ela obtém, valendo-se, para tanto, do apoio de cientistas de sua confiança (como no primeiro exemplo, o do lixo atômico) (cf. idem, p. 83-9).

Nesses três cenários, há, como se vê, intervenção direta de não cientistas na prática científica. E isso, não obstante, não conduz, seja a uma desdiferenciação de tal atividade – e consequente subversão deletéria do *ethos* científico –, seja a um comprometimento epistêmico do conhecimento que se produz aí (ou seja, nos termos de Lacey, a imparcialidade não é necessariamente colocada em perigo com tais diálogos). Os fóruns híbridos, dessa forma, constituiriam exemplo de motor ou causa eficiente interno para o desenvolvimento de uma ciência popular ou democrática. Ou seja, para a concretização (ou atualização) de um potencial que, como víamos em Lacey, a ciência moderna encerra em si, mas que, como alertávamos ao final da segunda parte deste capítulo, não se autorrealiza sozinho (porque, dentre outras coisas, não seria possível aos cientistas, como a qualquer categoria profissional, atuar em um vácuo de poder – esse era o nosso argumento lá).

Esses fóruns, além disso, podem, de acordo com Callon e seus colegas, assumir ao menos quatro formatos diferentes (cf. Callon *et al.*, 2009, p. 164-78). O que essencialmente

---

⁵⁶ Um exemplo deste último, para os autores, seria o caso da contaminação radioativa em uma região da Inglaterra (Sellafield), que seus moradores assumiam, já na década de 1970, como causa para o excesso de casos de leucemia no lugar. Próxima a essa região havia uma usina de reprocessamento de lixo atômico, e que fora atingida por um incêndio em 1957. Os especialistas, ainda que reconhecessem a ocorrência de uma quantidade anormal de casos de leucemia, não encontravam qualquer correlação entre isso e a usina vizinha. Em 1986, com o acidente nuclear de Chernobyl, a contaminação da região acaba voltando à tona. A propósito da passagem da nuvem radioativa sobre a Inglaterra, suspende-se o consumo de carne das ovelhas da região, até que os efeitos dessa contaminação desapareçam, o que se espera que aconteça em três semanas. Os efeitos, contudo, não desaparecem, mostrando que o conhecimento e os procedimentos produzidos pela ciência não se aplicavam de forma adequada a esse pedaço específico da realidade. Por fim, após muito relutarem, os cientistas acabam tendo que reconhecer que parte da contaminação remanescente na região não advém da URSS, mas de uma outra fonte (que eles, não obstante, não correlacionam com a usina de reprocessamento) (cf. Callon *et al.*, 2009, p. 89-94).

varia, de uma forma para a outra, como se verá, é a profundidade ou grau daquilo que os autores chamam de dialogicidade [*dialogism*]. Quanto mais dialógica/dialogada é uma decisão, nesses termos, mais próximos estaríamos de algo como uma democracia colegiada e empoderadora dos cidadãos, e mais distantes do extremo oposto, uma democracia delegadora (do poder e das decisões para políticos e especialistas) e, por isso, desempoderadora (cf. *idem*, p. 136-52).

O tipo de fórum menos dialógico e que, por isso, menos impacta, seja nas decisões a serem tomadas, seja na condução da pesquisa científica pelos cientistas, é o grupo focal ou grupo de discussão. Nele, busca-se fundamentalmente ouvir a opinião dos participantes acerca de alguma questão específica – a adequação de uma solução técnica, a atratividade de um produto, o entendimento sobre algum tema (como mudanças climáticas) ou política pública etc. –, de modo a que os organizadores da atividade (governo ou iniciativa privada, p.e.) disponham de mais elementos para definir os próximos passos que seguirão (cf. Callon *et al.*, 2009, p. 164-6).

As consultas públicas constituem o segundo tipo de fórum. No contexto do Brasil, exemplos desse tipo de atividade são as consultas que se estabelecem, por exemplo, pelo Congresso Nacional, de modo a se pautarem leis ou marcos regulatórios, como a que se teve por ocasião da construção do marco civil da Internet, sancionado em 23 de abril de 2014. Ainda que tais consultas, demandadas por lei, não impliquem necessariamente em escuta efetiva, por parte dos congressistas, dos argumentos apresentados, esse espaço, quando bem utilizado (o que requer, no geral, a mobilização de grandes segmentos da sociedade como um todo em torno da discussão em curso), pode permitir vitórias contra-hegemônicas significativas, como foi o caso do próprio marco civil da Internet (cf. Callon *et al.*, 2009, p. 166-8).

As conferências de consenso seriam uma terceira forma de fórum híbrido. Elas se organizam em torno a decisões técnicas com potencial impacto sobre a vida das pessoas – como a adoção de transgênicos na França, por exemplo –, e têm como objetivo tanto o esclarecimento das populações potencialmente atingidas, quanto a construção de um consenso, dentre os representantes da sociedade civil escolhidos para tanto, em relação ao ponto debatido. Participam dela, ao lado do poder público e dos grupos concernidos, técnicos especialistas e cientistas. Trata-se, entretanto, assim como no caso anterior, de uma

instância apenas consultiva do poder público, sem poder deliberativo (cf. Callon *et al.*, 2009, p. 169-76).

Por fim, os painéis de cidadãos e juristas constituiriam a modalidade mais empoderadora dos fóruns híbridos. Eles seriam bastante similares às conferências de consenso, exceto em dois aspectos. De uma parte, tais atividades tratam, no geral, de questões mais locais, ao passo que as conferências de consenso lidariam com discussões mais nacionais. De outra parte, as decisões aqui são praticamente indexadoras da decisão que, a partir dela, o poder público tomará (ou oficializará) em relação ao mesmo tema. Exemplo dessa modalidade é o processo levado a cabo em algumas cidades da Alemanha, em 1996, a partir do qual se buscava identificar os modos por meio dos quais a região alcançaria a redução de 25% nas emissões de CO₂, até 2005, conforme o país havia assumido que faria na conferência do Rio sobre o clima (1992) (cf. Callon *et al.*, 2009, p. 176-8).

Em nenhum desses quatro tipos básicos de instância dialógica (com o poder público e os especialistas – técnicos e cientistas), espera-se que a mera adesão de múltiplos participantes a tais espaços faça com que estes produzam os melhores frutos (de empoderamento ou democratização) que podem produzir. Na verdade, existem diversas estratégias que podem – e devem – ser usadas nesses grupos, para que eles funcionem bem, em relação a tais fins (cf. Callon *et al.*, p. 164-178), assim como existem critérios que podem ser utilizados para avaliar tal funcionamento (cf. *idem*, p. 158-63). Além disso, como Ropohl (1997) e diversos outros já colocaram, a expansão da democratização da produção técnico-científica, do tipo disso que se obtém com os fóruns híbridos, parece demandar uma formação básica adequada dos cidadãos em ciência e tecnologia. Seria, nesse sentido, apenas quando dispõem de um conhecimento básico fundamental sobre tais atividades – e que dá conta, por exemplo, do funcionamento da ciência e da sua falibilidade, assim como da subdeterminação da técnica e de seu caráter tradutor/estabilizador de valores sociais –, que as pessoas poderiam participar com (mais) propriedade das decisões (políticas) concernentes a elas (cf. Ropohl, 1997, p. 71).

Não nos aprofundaremos nesses pontos, para além de meramente reconhecê-los, sobretudo porque eles põem em xeque não a possibilidade de um controle democrático ou popular, interno à ciência, que não comprometa a imparcialidade do conhecimento assim construído, mas sim a universalização de uma tal coisa. Dessa forma, se essas considerações são fundamentais, no sentido de tornar cada vez mais amplamente popular e democrático

esse controle, elas não falseiam as situações ou os contextos nos quais tais condições, por uma razão ou outra, foram ou são respeitadas. É isso o que testemunham os exemplos exitosos utilizados neste capítulo.

De todo modo, qualquer que seja a configuração que essa instância de controle/diálogo assuma, ela terá como condição *sine qua non*, seja para a sua constituição, seja para o seu bom funcionamento, a mobilização de grupos concernidos. Serão eles que, por meio de uma luta mais ou menos difícil, poderão se opor aos atores sociais hegemônicos, na disputa, mesmo que apenas pontual/circunstancial, pela colonização do dispositivo técnico-científico pelas estratégias que melhor lhes servem. A estratégia delegadora, de uma ciência isolada (cf. Callon *et al.*, 2009, p. 37-70), nesse sentido, serve bem à manutenção do *status quo* desempoderador e tecnocrático, ao passo que uma dialógica, empoderadora, ser-lhe-ia oposta. A conformação da ciência a uma ou outra, porém, não é algo que emerja gratuitamente, ou do mero (re)conhecimento, pelos cientistas, de um mandamento ético imiscuído na essência (ou razão de ser) dessa atividade. Ela, ao contrário, só pode derivar do arranjo de forças resultante dos atores que, em cada situação concreta, logram fazer-se representar e escutar nesse processo, inclusive internamente à prática científica. É isso o que testemunham as experiências de fóruns híbridos analisadas nesta seção.

De igual modo, ainda que de forma mais sutil, uma ciência multimodal, que é, como se viu, fundamental para que se produza um conhecimento científico mais amplo e também, na prática, mais neutro (no sentido de se prestar de forma menos desigual a iniciativas tecnológicas conformadas por perspectivas de valor distintas), pressupõe embate semelhante. Com efeito, de uma parte, o déficit que Lacey reconhece no conhecimento científico monomodal padrão é percebido ou mensurado em função de demandas concretas de grupos por soluções técnico-científicas (mais) legítimas, com respeito às perspectivas de valor que eles desposam (e às estratégias de poder subjacentes a elas). E isso, colocado nesses termos, seria fundamentalmente o mesmo que se tem nos fóruns híbridos que analisamos aqui.

De outra parte, contudo, pode-se talvez pensar em uma ciência multimodal que seja mais ativa do que reativa, no sentido de buscar se desenvolver autonomamente em direção ao pluralismo proposto por Lacey, ao invés de fazê-lo apenas como resposta (ou reação) à

instigação ou demanda, para tanto, por parte de atores sociais mobilizados. Mesmo nesse caso, porém, estarão presentes a atuação colegiada com não especialistas e/ou a anterioridade de um motor político. De fato, por um lado, na medida em que o contexto a ser considerado na pesquisa desenvolvida envolver indivíduos e/ou comunidades humanas, considerá-los em suas especificidades – e que incluem perspectivas de valor, saberes próprios etc. – pressuporá não só o diálogo franco e aberto com eles, como, em algum grau, a intervenção desse background de que dispõem na conformação e no desenvolvimento da própria pesquisa (ao modo como isso pode acontecer, nos fóruns híbridos, nos três momentos dela T_1 , T_2 e T_3).

Por outro lado, dado não apenas que essa ciência plural torna viáveis ordenamentos sociotécnicos contra-hegemônicos, mas que, além disso, ela é grandemente prescindível para a manutenção do ordenamento vigente (e hegemônico), a sua possibilidade de existir requer um rearranjo das forças sociais que conformam (ou colonizam) a atividade científica. Rearranjo que, externamente, assegure recursos a esse tipo de pesquisa (multimodal), e que, internamente, não apenas cative cientistas para empreendê-la, mas que os sensibilize em relação aos múltiplos contextos – sociais, inclusive – aos quais os seus estudos deveriam ser sensíveis.

Seja como for, é apenas a partir da sensibilização da ciência e dos cientistas a múltiplos contextos que, como se viu, poderemos, por fim, superar esse desencantamento ou esvaziamento substantivo forçado do mundo, ao qual nos achamos atados. Desencantamento que nos impede, por exemplo, de enxergar – e enunciar –, emergindo dos contextos mais amplos em que os múltiplos fenômenos da vida se manifestam, princípios que não parecem redutíveis ao estar à disposição (para o controle e a submissão), próprios da cosmovisão (ou perspectiva de valor) hegemônica em nosso tempo. É apenas em uma ciência assim mais ampla ou metodologicamente plural, que, como já se disse mais de uma vez nesta tese, algo como a perspectiva ecofeminista de Shiva (1988) poderá fazer sentido. Tal coisa, porém, como se tentou evidenciar em várias partes deste capítulo, tem tanto a ver com uma tomada de consciência do *dever ser* da ciência (i.e., mais ampla e mais neutra), quanto com forças sociais que o possam atualizar/concretizar, em algum nível.

Por fim, do mesmo modo que as pesquisas desenvolvidas por modos⁵⁷ sensíveis ao contexto, em Lacey, não substituem ou prescindem daquelas desenvolvidas por modos descontextualizadores, de igual forma, a importância inegável dos fóruns híbridos para a atividade científica não parece implicar que eles devam ser assumidos como ideal a ser adotado em todas as áreas e níveis de pesquisa. Na verdade, existem ramos inteiros da ciência, como a astronomia e a pesquisa básica de múltiplas áreas, por exemplo, que parecem ganhar nada ou muito pouco com tais instâncias, ao mesmo tempo em que não parecem, ao menos por ora, impor riscos ou incertezas palpáveis, que motivem ou justifiquem uma mobilização para controlá-las (ou para demandar delas respostas ou prestação de contas). Nesses casos, então, até onde conseguimos enxergar, tais instâncias de controle dialógico não parecem fazer qualquer sentido. Se isso, não obstante, implica que essas áreas estão imunes à conformação imposta pela configuração de poder hegemônica e, nesse sentido, não podem ser colonizadas para a manutenção do *status quo*, tal coisa, assim como formas de se corrigir ou confrontar eventuais enviesamentos impostos pelo poder, precisaria ser mais bem fundamentada/ compreendida.

3.4.2 Tecnologia social

Em grande medida, como os exemplos utilizados bem o ilustram, os fóruns híbridos apresentados na seção anterior concorrem para (algum grau de) controle dialógico democrático ou popular não apenas da produção científica, como também da solução técnica que, via de regra, é ou demandada nesses espaços, ou questionada. Tais instâncias, nesse sentido, evidenciam o quão inter-relacionados estão esses dois âmbitos – ciência e tecnologia –, e o tanto de desenvolvimento científico que pode ser necessário para que as soluções técnicas (mais) legítimas que se buscam sejam efetivamente alcançáveis.

Nesta seção, porém, vamos nos voltar exclusivamente à atuação da engenharia, como se a luta por democratização ou popularização aqui pudesse ser (inteiramente)

---

⁵⁷ Na acepção de Lacey, “estratégias”.

desmembrável da luta pelo desenvolvimento de uma ciência que subsidie as soluções técnicas que se almejam. O que a prática, no Brasil, de grupos associados ao que se chama hoje de engenharia popular mostra, não obstante, é que, dentro de certo limite, é efetivamente possível produzir soluções como tecnologia social, sem que, para tanto, demandem-se avanços de quaisquer ordens na pesquisa científica. Isso se daria, se retomarmos as modalidades de adequação sociotécnica de Dagnino (cf. seção 1.2.2), nas seis primeiras delas⁵⁸. Contudo, em casos bastante emblemáticos, como o da agroecologia, diversos limites ao desenvolvimento tecnológico são/foram encontrados, por conta do tipo de ciência que se tem tradicionalmente desenvolvido (descontextualizado).

Seja como for, ao analisarmos aqui a tecnologia social a partir unicamente da atuação profissional dos engenheiros junto aos grupos populares com os quais eles trabalham, estamos desenvolvendo o exercício de mostrar, agora para o âmbito da engenharia, o modo como demandas sociais podem impactar o desenvolvimento de suas atividades, sem, com isso, subvertê-las ou corrompê-las. Trata-se, assim, de trazer para o contexto da atuação dos engenheiros análise que, na seção anterior, fez-se relativamente à atuação profissional dos cientistas.

Em termos muito sucintos, o que se almeja mostrar nesta seção é a maneira como o desenvolvimento desse tipo de tecnologia consegue produzir uma solução tecnicamente legítima, que dá conta não apenas de responder às urgências e necessidades efetivas do grupo popular com o qual se trabalha, mas o faz incorporando em si valores e saberes deste.

Do que víamos na terceira parte deste capítulo, o projeto normal da tecnologia moderna se estrutura sobre uma pluralidade de conhecimentos, que Vincenti agrupa em seis categorias distintas. Tais conhecimentos, rearranjados segundo a classificação provida por Boon, seriam de três tipos centrais: conteúdo produzido pelas ciências; conteúdo produzido pela engenharia, mas segundo a metodologia científica (ciências da engenharia); e conteúdos e práticas relativos ao projeto (as ciências da engenharia, agora para Simon).

No que se refere aos dois tipos de conhecimento de origem engenheiril, a incidência dos valores sociais parece ser basicamente de duas ordens. De uma parte, naquilo que

---

⁵⁸ Nas quais, o que se tem, como se viu, é uma dessas quatro situações: reaplicação ou adaptação de uma tecnologia social já existente; adequação de uma tecnologia convencional (existente); incorporação de tecnologia alternativa (existente); ou desenvolvimento de novas mediações técnicas a partir de conhecimento disponível.

concerne a critérios e especificações, ferramentas teóricas (excetuando seus componentes científicos), dados quantitativos e considerações práticas, isso se daria, como se mostrou, a partir da tradução das demandas e dos valores do grupo contratante nas especificações do projeto (no nível da definição do projeto e do projeto geral). Nisso, até onde se consegue enxergar, seguiríamos um processo essencialmente similar àquele ilustrado na seção anterior, com respeito à ciência, com os fóruns híbridos. Ou seja, a incidência democrática ou popular na produção desses conhecimentos se dá, de acordo com o caso, por meio de uma orientação ou conformação externa (que indica, por exemplo, aspectos deficitários e áreas de particular interesse), sem alterá-los ou afetá-los internamente, com respeito à sua própria constituição ou modo como são construídos. Para esses conhecimentos, então, o desafio da produção de tecnologia social seria preponderantemente o da tradução de necessidades, valores e saberes tradicionais em especificações técnicas, nos primeiros níveis hierárquicos do projeto.

De outra parte, e naquilo que se refere de modo central às instrumentalidades do projeto, ou seja, à maior parte daquilo que chamamos de arte da engenharia, valores e saberes do grupo popular incidem transformando internamente seus três componentes: modos de pensar, habilidades avaliativas e procedimentos estruturados. Trata-se, nesses termos, de uma transformação que nos leva a enxergar soluções novas e/ou novos modos de construí-las, ao invés de simplesmente aplicar um mesmo modo de enxergá-las e obtê-las a nacos da realidade anteriormente desconsiderados. Para essas habilidades, o desafio da tecnologia social parece ser o de os engenheiros se permitirem habitar⁵⁹ o modo de vida do grupo, de sorte a conseguirem enxergar o mundo a partir dos mesmos olhos que os dos membros desse coletivo.

A prática da tecnologia social, quando exitosa, implica que ao menos a primeira dessas duas traduções foi em algum nível alcançada, mesmo que aqueles que lograram realizá-la não tenham se apercebido conscientemente disso. O grau com que essa primeira tradução se dá parece ser crescente, à medida que se vai da primeira à sétima modalidade de adequação sociotécnica (AST) de Dagnino, ou seja, da mera alteração de uso de artefatos já existentes, até a invenção de novas mediações técnicas, tornadas possíveis com o

---

⁵⁹ Na acepção que Polanyi dá a esse termo, como explicamos na seção 3.3.1 deste capítulo.

desenvolvimento de conhecimento técnico-científico ainda não disponível. Já para a transformação das instrumentalidades do projeto (ou arte da engenharia), algo aparentemente mais difícil de acontecer, a perspectiva cumulativa não parece aplicável. Aqui, seguindo com a imagem dos paradigmas, nas revoluções científicas de Kuhn (2006), ou se procede à transformação completa delas, sendo-se capaz, daí em diante, de um tipo novo (não convencional) de projeto técnico, ou se permanece atado à perspectiva (ou paradigma) anterior, com as possibilidades e as limitações que ela traz consigo. Neste segundo caso, contudo, pode-se, de todo modo, valer-se de instrumentalidades da tecnologia convencional para se produzir uma solução técnica popular, de acordo com as especificações estabelecidas nos níveis mais altos do projeto, sendo possível, com isso, alcançar-se até talvez a sexta – e certamente a quinta – modalidade de AST.

Como, contudo, engenheiros podem ter acesso a, ou serem capazes de, essas duas traduções? A nossa tese aqui é a de que isso lhes é possível quando, dispondo de uma boa dose das cinco habilidades não técnicas do engenheiro educador (capacidade de dialogar e de ser empático, senso crítico, abertura e humildade) (cf. seção 1.3.3), eles lançam mão de uma metodologia de construção da solução buscada que conjuga pesquisa-ação (ou alguma outra metodologia participativa) e educação popular. Tentaremos ilustrar esse nosso entendimento através de uma revisitação a dois dos exemplos de TS apresentados no primeiro capítulo.

Começemos com o caso das CALADERAS (cf. Rivera *et al.*, 2016), atentando-nos para dois aspectos principais dele: as definições mais gerais e fundamentais do projeto; e a construção do artefato final. Laura, a engenheira responsável, tinha um entendimento claro sobre o artefato que iria construir, previamente ao seu encontro e convívio com a comunidade de *caladeras* que faria uso dele. Esse entendimento, no entanto, acabou por se mostrar significativamente distinto daquele que veio a ser o projeto final do equipamento construído. A ideia inicial era produzir um artefato que permitisse a automação do *calado*, o tipo de bordado produzido por essas mulheres, e que poderia representar tanto ganho de renda para elas, quanto menor dispêndio de tempo delas com essa atividade. A partir, entretanto, de sua inserção na comunidade, buscando identificar junto a essas mulheres suas urgências/ necessidades efetivas (pesquisa-ação), ao mesmo tempo em que desenvolvia com elas um processo de reflexão crítica sobre a realidade em que viviam (educação popular), e que deveria iluminar também os critérios do projeto do artefato que

estava para ser construído, Laura e o grupo chegam a uma outra solução técnica desejada. O que se quer é um equipamento que permita a constituição de uma biblioteca virtual das distintas estampas do *calado* – e que seria mais durável e mais facilmente partilhável entre os membros do grupo do que a versão tradicional em papel de que dispunham –, e a detecção de erros no bordado em construção.

Ou seja, a definição do projeto final emerge e é conformada, aqui, pelas necessidades do grupo e seus ideais de vida (ou perspectivas de valor), que vão sendo descobertos e depurados/trazidos à consciência, a partir dos processos de pesquisa-ação e educação popular construídos. Nesse sentido, pode-se dizer que o projeto consegue proceder a uma tradução adequada de urgências e valores das *caladeras*, e que isso só foi possível porque Laura e sua equipe foram capazes de, mergulhando no mundo delas, escutá-las em profundidade e animá-las a refletirem criticamente sobre suas próprias vidas.

Uma vez tendo chegado a esse ponto, Laura passa a se haver com o desafio de implementar tecnicamente aquilo que havia sido especificado na definição do projeto. E aqui, uma vez mais, a convivência com o grupo, assim como o aprendizado dos rudimentos do *calado*, vão se mostrar fundamentais para ela. Nos seus próprios termos,

[b]ordar com as bordadeiras, mas também construir circuitos com elas, em suas casas, permitiram-me pensar no bordado como uma tecnologia em si, e motivaram toda a equipe a descobrir pontos em comum entre o artesanato [*craft*] e a tecnologia computacional. De fato, o hardware foi literalmente bordado com linhas condutoras e o software demandou uma contínua rememoração do ofício [*craft*] [executado] com as nossas próprias mãos, de modo a projetar representações computacionais dos pontos do calado (Rivera, 2016, p. 61).

Há, evidentemente, na importância que Laura atribui ao convívio com as *caladeras*, o reconhecimento implícito de que parte do conhecimento de que ela lançou mão para a construção do artefato é tácito, só podendo ser aprendido, de fato, pelo contato direto com as detentoras dessas habilidades (como é o caso da própria técnica do *calado*). Se, não obstante, o relato dela é efetivamente descritivo e não (meramente) poético, Laura se enxerga construindo o artefato *como se* o estivesse bordando. E isso, tomado ao pé da letra, significa que as instrumentalidades de que ela lança mão aí, ou seja, as imagens com que concebe o projeto, o modo como o avalia, a maneira como o estrutura e executa, partilham elementos em comum com a arte do bordado, ao modo como a vive e pratica a comunidade

das *caladeras* em cujo meio ela se inseriu para conceber e realizar esse trabalho. Ou seja, em algum nível, Laura está produzindo aqui um estilo “caladero” de engenharia.

Não fica claro, entretanto, em que medida essas instrumentalidades diferem de modo substancial daquelas tradicionalmente desenvolvidas nos projetos de engenharia elétrica, eletrônica e/ou de computação, e se, diferindo, em que nível elas são fundamentais ou imprescindíveis para que uma solução como essa que se construiu pudesse ter vindo a sê-lo. Nesse sentido, por mais que se possa alegar que a tradução dos valores, modos de vida e saberes do grupo popular possa ter ocorrido nos dois âmbitos do projeto em que isso poderia ter acontecido (definição geral e instrumentalidades)⁶⁰, a tecnologia social aí obtida é mais claramente tributária da tradução ocorrida na definição dele. Seja como for – e esse é o ponto central desta seção –, o artefato produzido por Laura ilustra bem o modo como contingências e características próprias do grupo podem incidir sobre o projeto técnico, conformando-o ou modificando-o também internamente – isto é, também no nível da arte da engenharia –, sem, com isso, subverter ou corromper tecnicamente a engenharia que o produziu.

*****

Retomemos agora o caso da PAPESCA (cf. Lianza *et al.*, 2015a, p. 75-161), que apresentamos no primeiro capítulo, como exemplo ilustrativo da pesquisa-ação (cf. seção 1.3.1.1). Existe uma demanda de uma comunidade pesqueira em Macaé, no litoral norte do estado do Rio de Janeiro, por apoio técnico ao esforço dela por melhorar suas condições de trabalho e sua sustentabilidade econômica. Em face disso, um grupo de engenheiros ligados a um núcleo de extensão (Soltec) da UFRJ adere ao projeto, buscando construir, sempre em parceria dialógica com a comunidade local, um processo de diagnóstico, que daria lugar, na sequência, a um plano de ação, que, de sua parte, seria tocado por um grupo gestor. Na concretização de todas essas etapas, busca-se seguir a metodologia da pesquisa-ação, em um processo que não apenas busca valorizar os saberes locais, como continuamente instar os envolvidos à reflexão crítica sobre a realidade em que vivem (educação popular).

---

⁶⁰ O que parece ser corroborado pela passagem: “[i]sso significa que existe uma expertise evidente e necessária, que envolve pontos, materialidades, ferramentas e interações sociais que fornece o cenário para o desenvolvimento da engenharia: a sociomaterialidade do bordado torna-se uma parte intrínseca da tecnologia” (Rivera *et al.*, 2016, p. 62).

O projeto produz frutos que não apenas respondem a urgências efetivas do grupo local, como impactam na transformação da realidade em que eles vivem. Isso pode ser visto, por exemplo, na melhoria das condições de trabalho dos pescadores e no surgimento de um embrião de empreendimento autogestionário de beneficiamento do pescado na comunidade. Por conta disso, e do modo como essas soluções foram construídas, trata-se inegavelmente de uma tecnologia social. Há, para tanto, uma clara tradução de valores, saberes e perspectivas do grupo na definição do projeto, que permite conformar as soluções elaboradas às especificidades desse coletivo. Essa tradução, ademais, só foi possível porque, em função dos procedimentos que se buscaram adotar (pesquisa-ação + educação popular), a equipe técnica conseguiu, em alguma medida, escutar a comunidade local e instá-la à reflexão crítica.

Há, não obstante, um problema na Papesca, que parece evidenciar uma não conformação das instrumentalidades do projeto de que a equipe se serviu, com respeito à solução empoderadora e mobilizadora que esta intentava construir. Com efeito, como os próprios engenheiros reconhecerão posteriormente, ao criarem um grupo gestor, que tocaria daí em diante o projeto, eles acabaram por minar ou não motivar a participação da comunidade local (ou de muitos mais membros dela, para além dos poucos que estavam presentes no grupo gestor). Aparentemente afeitos a um modo de enxergar e ordenar a gestão segundo uma perspectiva hierárquica (mesmo que mais participativa ou democrática), esse grupo de, na maioria, engenheiros da produção, acabou se traindo, minando, em parte, o resultado que mais profundamente buscavam. Faltou-lhes, preponderantemente, de uma parte, a capacidade de imaginar/conceber soluções técnicas (de gestão) que fossem capazes de promover, nutrir ou encorajar o tipo de empoderamento que seria significativo para aquele grupo (e que ganharia a adesão deles). De outra parte, faltou-lhes também a habilidade de, por meio da educação popular, desconstruir no grupo o mito ou ideal tecnocrático da estruturação hierárquica do ambiente de trabalho (ainda que, a partir disso, nada garantiria que o grupo fosse aderir ou desejar um horizonte autogestionário).

Esse último ponto ilustra um aspecto geral, válido para todas as iniciativas de tecnologia social, que se pretendem sempre socialmente transformadoras, e que dá conta, como víamos no capítulo um, de que o novo radical que se pode construir – e que é o único

no qual os oprimidos não são meras massas de manobra –, não tem como ser previamente sabido por qualquer das partes – técnicos e grupo marginalizado; educadores populares e educandos –, mas deve, idealmente, emergir daquilo que se constrói dialeticamente a partir do encontro dessas distintas culturas. É nesse sentido, então, que o horizonte da educação popular – na valorização dos múltiplos saberes representados, da reflexão crítica sobre eles e da reflexão sobre a realidade (práxis) – é tão fundamental. Isso não significa que, como no caso da Papesca, a equipe técnica não possa assumir um determinado ideal (no caso, de gestão) como aquele com o qual (mais) se identifica. Mas significa, não obstante, que esse ideal não deveria ser tomado como horizonte a ser necessariamente alcançado, tal e qual, nem que, com isso, a sua não concretização fosse percebida obrigatoriamente como uma falha do processo de construção da TS que se almejava.

3.5 Síntese e próximos passos

Os principais resultados deste, que é o capítulo central desta tese, podem ser sinteticamente apresentados da seguinte forma:

1. O desenvolvimento do projeto tecnológico demanda conhecimento científico e técnico/engenheiril. Esses conhecimentos estão conformados às perspectivas de valor hegemônicas, ou àquelas que logram prevalecer no momento da construção deles. Dessa forma, a democratização da tecnologia e a produção de tecnologia social vão depender da, por assim dizer, democratização ou popularização desses conhecimentos. Mas isso não significa subversão da singularidade deles.
2. No que concerne especificamente à ciência, um conhecimento mais amplo, que é aquele capaz de subsidiar em igual medida soluções técnicas que respondem a distintas perspectivas de valor democraticamente defensáveis, pressupõe o pluralismo metodológico (ou, nos termos de Lacey, pluralismo estratégico). Isso significa basicamente que, na seleção de dados e restrição de teorias, faça-se uso tanto de modos (para Lacey, estratégias) sensíveis ao contexto, quanto de modos descontextualizadores. Para que isso possa acontecer, entretanto, é necessário

que se satisfaçam certas condições externas à ciência em si (como a garantia de recursos públicos para que pesquisas multimodais possam ser realizadas), assim como algumas condições internas (como instâncias que atraíam, sensibilizem e comprometam os cientistas, ainda que pontualmente, durante a realização de alguma pesquisa específica, com perspectivas de valor distintas da hegemônica). As condições externas podem ser alcançadas com os tipos de mobilizações já adotados para se influenciar, por exemplo, as decisões do governo. Para as condições internas, espaços como os fóruns híbridos parecem cumprir bem esse papel, e isso, nos três momentos que Callon e seus coautores identificam na atividade científica (recorte e simplificação da realidade (T_1), desenvolvimento da pesquisa no laboratório/escritório (T_2), retorno do laboratório/escritório para o mundo real amplo e complexo (T_3)).

3. Quanto ao conhecimento produzido pela engenharia, ele seria de dois grandes tipos: conhecimento construído de acordo com o método científico e conhecimento relativo ao projeto, que engloba aquilo que estamos chamando aqui de arte da engenharia. Na produção de tecnologia social, a adoção de pesquisa-ação (ou alguma metodologia participativa) e educação popular permite não apenas identificar as reais urgências do grupo e os saberes tradicionais que seus membros dispõem, como incorporá-los criticamente ao projeto técnico. Tal coisa se dá, por um lado, e de forma mais simples, através da tradução deles em condicionantes ou especificações técnicas, nas primeiras etapas do projeto. (Tradução que, nos outros casos de democratização da tecnologia, é igualmente passível de ser conseguida, ainda que por outros métodos que a pesquisa-ação ou a educação popular.) Essa tradução se irradiará (ou tenderá a se irradiar) quase que espontaneamente para os múltiplos subtipos de conhecimento engenheiril requeridos no projeto técnico, excetuando-se a arte da engenharia, demandando deles avanços correspondentes. Por outro lado, e de modo mais difícil, porque exige uma transformação radical (nos termos de Kuhn), esses valores e saberes populares podem também incidir sobre a arte da engenharia, contribuindo para a constituição de, por assim dizer, novas escolas ou estilos dela, com modos de pensar (e suas imagens e metáforas), habilidades avaliativas (e seu senso

estético) e procedimentos estruturados (e sua divisão e sequenciamento do projeto) particulares, e mais afinados com, e sensíveis a, umas visões de mundo/perspectivas de valor do que com/a outras. Além disso, para a construção de princípios operacionais e/ou configurações padrão sintonizados, ou não, com produções contra-hegemônicas da espécie do sétimo tipo de adequação sociotécnica de Dagnino (mediação técnica inexistente e que demanda conhecimento técnico-científico novo), transformações nas instrumentalidades do projeto, ou seja, mudanças na arte da engenharia podem ser requeridas, ou, dito inversamente, sem transformações nessas instrumentalidades, determinadas invenções permanecerão (ou poderão permanecer) indeterminadamente inconcebíveis (posto que não passíveis de serem “farejadas” pelo inventor, ou, nos termos de Simondon, de constituírem-lhe uma ordem do antecipado).

Nesse sentido, e como já havíamos adiantado na terceira parte deste capítulo, o fenômeno da progressiva cientificação da engenharia, contra o qual autores como Simon e Ferguson se levantam, representa, em alguma medida, mais uma castração dessa atividade, ou uma colonização da produção técnica pelas estratégias tecnocráticas dominantes, do que propriamente um amadurecimento da atividade dos engenheiros. De fato, essa tendência traz como consequência não exatamente o banimento ou extirpação total de conteúdos não teóricos da atuação da engenharia – objetivo que é, como se mostrou, irrealizável –, mas a interdição do acesso de valores, saberes e urgências outros que os hegemônicos à definição e às instrumentalidades do projeto. Logra-se, com isso, a manutenção de uma produção técnica que, a não ser quando subvertida em suas potencialidades não intencionadas, presta-se à perpetuação sociotécnica da configuração de forças hegemônica.

Em oposição a isso, parece fundamental lutar-se por uma prática em engenharia que permita cultivar não apenas a abertura a múltiplos elementos conformadores das definições do projeto técnico (e que pode ser conseguida por instâncias como os fóruns híbridos, para além, no caso da TS no Brasil, das extensões universitárias tecnológicas), como também a arte da engenharia. O ideal a ser perseguido, no que toca a este último ponto, seria o do desenvolvimento de distintas escolas de tal arte, que estivessem à disposição para serem adotadas, conforme suas potencialidades para se alcançar o tipo de fruto técnico perseguido. Isso pressupõe, para além da disposição e do engajamento de engenheiros na

produção de tecnologia alternativa, uma formação que, dentre outras coisas, apresente aos futuros engenheiros ao menos alguns dos múltiplos caminhos ou modos de se projetar, na área específica de formação de cada um deles, e os faça exercitar tais modos. Algo que pressupõe, dados os componentes insuperavelmente tácitos desses saber-como, o contato direto e a observação de, e/ou supervisão por, engenheiros proficientes nas escolas ou estilos escolhidos. Parte do desafio relacionado a esse tipo de formação será trabalhado no próximo capítulo.

Seja como for, o entendimento é que, superados os obstáculos à democratização ou popularização possível do desenvolvimento tecnológico, conseguiríamos restaurar em certa medida, no engenheiro, a capacidade que Heidegger identifica no artesão pré-moderno de, na produção técnica, tanto definir funcionalidades quanto integrá-las socialmente de forma adequada, através da harmonização daquilo que se produz (e da ordem sociotécnica que isso enceta, sustenta ou reforça) com os valores e sentidos desposados pelo grupo (cf. Callon, 2010, p. 223). É daí, uma vez mais, então, que um reencantamento substantivo do mundo – ou a superação da reificação tecnocrática capitalista vigente – pode, enfim, emergir.

*****

Malgrado, não obstante, o caminho seguido neste capítulo e as fundamentações e ilustrações oferecidas, temos consciência de que os pontos 2 e 3 acima requerem aprofundamentos na pesquisa empírica, bem como refinamento no tratamento conceitual, de sorte a se tornarem mais robustos.

Quanto à ciência, parece-nos fundamental caracterizar e/ou conceituar melhor a necessidade de uma instância interna a ela que assegure sensibilidade da pesquisa científica a demandas e valores sociais. Além disso, poderia ser interessante testar em que medida algo similar às instrumentalidades do projeto técnico (arte da engenharia) se faz presente também na prática científica, e em que grau a imersão no modo de vida de grupos populares poderia concorrer, aqui, para transformações nessas instrumentalidades que fossem potencialmente enriquecedoras do conhecimento que o cientista constrói⁶¹. Nossa intuição

---

⁶¹ Na verdade, como evidenciam os artigos do primeiro número de 2016 da revista *Scientiae Studia*, a reflexão sobre o impacto de algo próximo às instrumentalidades do projeto na ciência já existe. O que precisa ser

é que algo como a perspectiva ecofeminista de Shiva depende fundamentalmente desse tipo de transformação para poder ser enunciado cientificamente.

Quanto ao conhecimento engenheiril, existem mais aspectos e sutilezas que parecem interessantes de ser explorados. Trata-se, aliás, do campo de pesquisa em que espero poder me aprofundar nos anos seguintes ao fim deste doutorado. Por ora, os pontos que me ocorrem como particularmente relevantes de serem investigados são os seguintes:

- Compreender e caracterizar melhor os estágios superiores do projeto técnico, que Vincenti analisa pouco (“definição do projeto” e “projeto geral”), de modo a perceber se há alguma incidência dos valores sociais e/ou dos saberes populares aqui, para além da mera tradução deles em especificações técnicas. Nossa intuição é a de que, sobretudo em “projeto geral”, esse possa ser o caso, ao modo como isso acontece nas instrumentalidades do projeto.
- Caracterizar e fundamentar melhor isso que chamamos aqui de arte da engenharia, buscando apresentar exemplos de distintas “escolas” nela. Aprofundamentos em autores como Polanyi (p.e., *Personal Knowledge*) e Ferguson podem ser um bom início para essa pesquisa.
- Proceder a estudos de casos mais detalhados de tecnologia social, que permitam apresentar com maior precisão a importância/relevância de processos como a pesquisa-ação (e/ou metodologias participativas equivalentes) e a educação popular para a viabilização da incorporação de valores sociais e/ou saberes populares no projeto técnico.
- Aprofundar a reflexão sobre tecnologia social, interagindo com atores como o Soltec, o Esocite, o Eneds, Renato Dagnino, Ricardo Neder, Lais Fraga, Celso Alvear etc. Seria importante, para além de se obterem estudos de caso mais detalhados (item anterior), refinar os conceitos.

No Apêndice A, no qual se apresenta o projeto de pesquisa que estou pleiteando realizar no pós-doutorado, os pontos relativos ao aprofundamento da reflexão sobre o projeto técnico, já mais amadurecidos, são mais detalhados e melhor desenvolvidos.

4. A FORMAÇÃO DOS ENGENHEIROS EDUCADORES

No itinerário até aqui, nesta tese, partiu-se da caracterização da tecnologia social; fundamentou-se a sua legitimidade técnica e a sua urgência política a partir de um diálogo com importantes contribuições da filosofia e da sociologia; e, dissecando-se os tipos de conhecimento que subsidiam o desenvolvimento tecnológico em geral, apresentaram-se os principais desafios epistemológicos e políticos envolvidos na produção de um tipo técnico contra-hegemônico, como se pretende ser a tecnologia social. Além disso, desenvolveu-se, ainda no primeiro capítulo, o perfil profissional de um engenheiro capaz de produzir algo como a tecnologia social, alguém, nesses termos, habilitado a fazer engenharia segundo método participativo (como a pesquisa-ação), que pressupõe também o desenvolvimento de um processo de educação popular. Um tal perfil foi batizado de engenheiro educador.

Como, entretanto, ninguém nasce engenheiro educador, mas, ao contrário, aprende a sê-lo, cumpre-nos, neste último capítulo, analisar mais detidamente a formação oferecida, no Brasil, aos futuros engenheiros. O objetivo, com essa análise, é duplo. Por um lado, identificar as condicionantes políticas que podem fazer avançar essa pauta, o que representa, em alguma medida, a disputa por se colonizar parte da produção tecnológica por estratégias contra-hegemônicas. Por outro lado, inventariando iniciativas de formação alternativa já existentes, tanto discutir suas fortalezas e suas fraquezas com relação ao ideal perseguido de formação de um engenheiro educador, quanto, a partir desse repertório, conceber uma formação ideal em engenharia (com vistas a formar engenheiros educadores), mas em algum grau factível.

De modo a realizarmos essa tarefa, seguiremos alguns passos. Inicialmente, e de forma bastante sintética, resgataremos do primeiro capítulo as características distintivas do perfil profissional do engenheiro educador. Na sequência, apresentaremos aqueles que entendemos ser três dos elementos políticos, ou com desdobramentos políticos, mais relevantes, hoje, para a disputa por uma formação para a tecnologia social: a estrutura tripartite da universidade brasileira (ensino-pesquisa-extensão), da forma como ela é definida na Constituição de 1988; as diretrizes curriculares nacionais dos cursos de engenharia, de 2002; o campo de engenharia e desenvolvimento social, que começa a se desenvolver em 2004. Será, com efeito, basicamente em torno a, ou por meio de, ao menos

um desses elementos que todas as iniciativas concretas de formação para a TS que serão analisadas aqui serão conformadas.

Nos três passos seguintes, analisaremos as propostas formativas concretas que foram inventariadas, agrupando-as sob três rótulos mais gerais: propostas de extensão formativa; propostas de ensino; e espaços de sensibilização, mobilização e atuação. No primeiro deles, propostas de extensão formativa, enquadram-se, de uma parte, trabalhos de núcleos de extensão universitária que buscam suportar grupos populares em sua busca por viabilizar tecnicamente um modo de vida ou produção distinto do capitalista hegemônico. De outra parte, encontram-se também sob esse rótulo experiências pontuais de imersão, que objetivam fundamentalmente colocar os estudantes em contato com realidades de exclusão, auxiliando-os na análise e compreensão delas, e encorajando-os ao compromisso efetivo e afetivo com a sua transformação.

As propostas de ensino envolvem desde metodologias pedagógicas mais apropriadas, disciplinas com enfoque CTS e grade curricular transformada, até projetos universitários alternativos, passando por estágios populares. Por fim, os espaços de sensibilização, mobilização e atuação referem-se basicamente aos encontros nacionais e regionais de engenharia e desenvolvimento social (ENEDS e EREDS) e à rede de engenharia popular Oswaldo Sevá (Repos). Os encontros objetivam tanto cativar graduandos para a tecnologia social e prover-lhes rudimentos de formação inicial na área, quanto permitir que pesquisadores e militantes do campo de engenharia e desenvolvimento social (EDS) tenham ocasião para trocar experiências e adensar a reflexão sobre as temáticas caras a ele. Já a Repos, que é desdobramento do campo EDS, tem a pretensão de se oferecer como espaço de formação complementar e de atuação profissional concreta junto a movimentos sociais.

No penúltimo passo, e conjugando os tipos de experiências analisadas, delinearemos um modelo de formação para a tecnologia social (ou a engenharia popular). Algo que possa se oferecer como um ideal a ser perseguido, ainda que, na prática concreta de cada curso ou universidade, eventualmente apenas uma parte dele possa vir a ser de fato implementada.

Encerramos o capítulo com algumas breves palavras adicionais relativas a duas questões tocadas, mas não inteiramente desenvolvidas, nos capítulos anteriores: as distintas escolas na arte da engenharia; e a importância das equipes interdisciplinares para o desenvolvimento de tecnologia social (ou engenharia popular). Com este último passo,

porém, não se pretende encerrar ou resolver de forma definitiva essas questões, mas, antes, apresentá-las de forma mais sistematizada.

4.1 Engenheiro educador

Como se viu no primeiro capítulo, a perspectiva dos que militam no campo da tecnologia social é um tanto mais sutil, profunda e radical do que a mera produção de técnica social e ambientalmente responsável, capaz de fornecer a base tecnológica para a construção de uma sociedade mais justa e sustentável. O horizonte perseguido é, em última instância, também o da conscientização e empoderamento das massas populares; o despertar delas para a compreensão de que realidade social não é destino, mas construção, e de que elas, devidamente despertadas e mobilizadas, podem ter um papel central na edificação de um novo mundo possível.

É nesse sentido, então, que o profissional efetivamente talhado para a construção de tecnologia social, ou, talvez em um abuso de linguagem, tecnologia libertadora, precisa ser um engenheiro educador. As características dele, conforme sistematização apresentada no capítulo um, seriam:

- **EMPATIA e CAPACIDADE DE DIALOGAR**, ou seja, de se dizer de forma clara e acessível, e de escutar o outro em profundidade. É isso que tornará o engenheiro capaz de conhecer o sistema de saber-crença do grupo com o qual está trabalhando, além de conseguir estabelecer uma comunicação horizontal e verdadeiramente de duas mãos com ele;
- **SENSO CRÍTICO**. Que será aquilo que, de um lado, tanto poderá fazer da ação técnica do engenheiro uma práxis engajada com a libertação (sua e dos demais), quanto permitirá que ele supere mitos como o da não neutralidade da técnica e o da unilinearidade do seu desenvolvimento (permitindo conceber e implementar soluções técnicas alternativas). De outro lado, esse mesmo senso crítico, associado com a empatia, permitirá a ele não apenas enxergar no grupo com o qual trabalha pessoas capazes tanto de reflexão, consciência e práxis –

habilidades cujo desenvolvimento, a partir disso, ele estimulará continuamente nos membros do grupo –, quanto, exatamente por essas potencialidades, (possíveis) sujeitos ativos dos seus próprios processos de libertação;

- ABERTURA (e HUMILDADE) PARA APRENDER, ou seja, consciência de que aquilo que se sabe será sempre insuficiente para a transformação social almejada, podendo vir a ser continuamente alargado tanto a partir da reflexão sobre os resultados que a sua prática no mundo produz, quanto pela tomada de consciência do saber próprio, ainda que ingênuo, dos marginalizados aos quais se busca servir.

Além dessas habilidades, alguma formação humanista deveria ser assegurada, em disciplinas como filosofia, sociologia, antropologia etc., de modo a, dentre outras coisas, prover ferramental teórico básico para a pesquisa-ação ou equivalente participativo, que é o método de construção da solução técnica que precisará ser adotado pelos engenheiros educadores.

Ainda que tais habilidades estejam sendo vistas e tomadas aqui principalmente a partir da perspectiva da formação para a cidadania, a libertação e a construção de um outro mundo possível, que estamos assumindo ser o reverso imprescindível da moeda na produção de tecnologia social, elas também parecem ser úteis no âmbito estritamente técnico, se aquilo que se busca é a estruturação de uma ordem tecnológica menos arriscada e mais atenta ou sensível a incertezas. Com efeito, se, às análises de Callon e outros (2009), que apresentamos no capítulo anterior, incorporarmos as ponderações de Beck (1992, 2009) sobre os riscos muitas vezes relacionados a novas implementações técnicas (como remédios e sementes geneticamente modificadas), existe um limite intransponível para cientistas e engenheiros, no desenvolvimento tecnológico e do saber técnico-científico que o subsidia, que apenas a incorporação do saber dos leigos pode ajudar a contornar. Para tanto, como no caso da contaminação das ovelhas da região da Cúmbria, na Inglaterra (Collins & Pinch, 1998, p. 113-125), da asbestose (cf. Rosner & Markowitz, 1987, cap. 12) e da atrofia muscular espinal (cf. Callon *et al.*, 2009, p. 71-75), a posse do conjunto de habilidades descrito acima, tanto por engenheiros quanto por cientistas, é fundamental para lidarmos tão bem quanto nos é possível com tal tipo de desafio.

4.2 A formação do engenheiro educador

De modo a podermos compreender os limites e possibilidades da (luta por uma) formação para a tecnologia social no Brasil, três elementos parecem-nos de particular relevância atualmente: a estruturação tripartite da universidade; a mudança na legislação que rege os currículos de engenharia; e a constituição de um novo ator contra-hegemônico, que permite a consolidação do campo de engenharia e desenvolvimento social (EDS) e, a partir disso, o surgimento da rede de engenharia popular Oswaldo Sevá (Repos). Esses três elementos, de fato, ainda que certamente não sejam os únicos, não apenas retratam algo da configuração atual de forças sociais incidentes sobre os cursos de engenharia, colonizando-os (ou lutando por sua colonização), como, em alguma medida, indicam também o alcance que a luta pela transformação desses cursos pode ter nos dias de hoje.

Nas próximas páginas, apresentaremos brevemente cada um deles.

4.2.1 Ensino, pesquisa e extensão

De acordo com a Constituição brasileira de 1988, “as universidades [...] obedecerão ao princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão” (Artigo 207). Segundo esse entendimento, a excelência universitária deve ser buscada de igual modo nesses três componentes de sua identidade. Tal estruturação, contudo, pode permitir a emersão de dois cenários ideais (no sentido de tipo ideal de Weber) bem distintos.

O primeiro deles encarna o horizonte da comunicação de Paulo Freire (cf. 1983 [1969]). Nele, por um lado, temos a formação de profissionais capazes, cada qual em sua própria área de atuação, de educação popular, ou seja, de servir aos grupos populares de forma digna, sensível às suas especificidades e necessidades, aberta para dialogar com os saberes tradicionais que eles dispõem, e, ao mesmo tempo, potencialmente empoderadora, promotora da criticidade e, nisso, potencializadora da libertação. Por outro lado, ademais, essa mesma perspectiva transformadora requer uma universidade institucionalmente

sensível a igual imperativo, de sorte que a pesquisa, o ensino e a extensão que ela promove sejam contínua e profundamente interpelados e transformados pelas demandas e saberes populares. Demandas e saberes que, enquanto múltiplos segmentos populares seguem não representados (ou sub-representados) dentre alunos e professores, serão acessíveis à pesquisa e ao ensino, sobretudo – ou unicamente –, através de uma extensão realizada segundo o método da pesquisa-ação (ou algum outro método equivalente).

Em oposição a isso, temos o horizonte que Freire chama de extensão, no qual o conhecimento acadêmico se desconecta das necessidades, singularidades e saberes próprios dos grupos populares, de tal modo que a formação universitária provida para os futuros profissionais capacita-os unicamente a transbordar para todos os rincões da sociedade o conhecimento e as práticas aprendidas na universidade. Não é possível, assim, diálogo, educação popular ou construção coletiva da solução que melhor se adequa às necessidades do grupo atendido. Tampouco a universidade, na pesquisa e no ensino que ela promove, conforma-se pelos, ou é sensível aos, saberes e demandas populares. A extensão, de sua parte, para além de veículo privilegiado desse extravasamento do conhecimento acadêmico, é também espaço importante de treino/formação dos alunos, meio através do qual eles podem exercitar e aprimorar suas práticas, enquanto oferecem aos grupos assistidos acesso a serviços de alguma qualidade dos quais, de outro modo, tais pessoas estariam privadas.

Na prática, as instituições de ensino superior (IES) brasileiras estarão posicionadas em algum ponto do *continuum* que vai de um tipo ideal a outro. De todo modo, naquilo que concerne ao menos aos cursos de engenharia, a compreensão é a de que algo próximo à perspectiva não comunicadora/dialógica, que responde bastante bem, como o vimos, à estratégia tecnocrática da configuração do poder dominante em nosso tempo, é atualmente o hegemônico. Com isso, aqueles que lutam pelo ideal oposto, como o caso do Soltec/UFRJ (núcleo de pesquisa, extensão e formação da UFRJ, que analisaremos melhor mais à frente), entenderão que existem três diretrizes acadêmicas tradicionais que precisam ser desconstruídas:

[...] [a] ideia de transferência do saber da universidade para a sociedade; [a] concepção da universidade como a única fonte de conhecimento, com a supervalorização do conhecimento acadêmico e a desvalorização do saber informal; [o] fetiche tecnológico, que ignora, ou busca ignorar, as causas e as consequências do desenvolvimento tecnológico, mostrando-o como um caminho único a ser traçado (Addor & Henriques, 2015, p. 7).

Ambos os paradigmas ou tipos ideais – comunicação e extensão – são, em algum nível, igualmente defensáveis e podem ser logicamente derivados do artigo 207 da Constituição. A disputa que está por trás da implementação prática de um ou outro, contudo, não é apenas concernente ao tipo de sociedade que se está buscando construir, com sua configuração específica do poder – uma do empoderamento popular ou uma do ordenamento tecnocrático –, mas é também epistemológica. De fato, como tivemos a chance de ver no capítulo anterior, tanto uma ciência mais abrangente (e, nisso, potencialmente mais neutra) quanto uma tecnologia mais plural demandam a, ou se beneficiam da, cada qual a seu modo, incorporação de saberes e/ou valores populares de diversas ordens.

Na verdade, se está correto o que propõe Foucault com respeito à relação entre poder e conhecimento, então essas duas lutas – por transformação social e pela construção de outros conhecimentos possíveis – são, como se viu, os dois lados de uma mesma moeda. Assim, a construção de uma universidade – ou de cursos de engenharia – que, ao se aproximar do ideal comunicador de Freire, capacita seus egressos à tecnologia social, é parte de uma mesma luta política por viabilizar um ordenamento sociotécnico popular, distinto do tecnocrático por ora hegemônico.

*****

Nas iniciativas que analisaremos nas três próximas partes deste capítulo, busca-se amoldar uma, duas ou as três dimensões da universidade (pesquisa, ensino e extensão), de sorte a também se conseguir assegurar algum grau de formação contra-hegemônica, ou simplesmente complementar/alternativa, aos futuros engenheiros. A disputa, nesse sentido, como se verá, não se dá em torno da transformação desse ideal tripartite, mas sim do modo específico como ele é encarnado, sobretudo no que diz respeito à permeabilidade da universidade a demandas e saberes populares.

Antes de prosseguirmos, porém, é importante reconhecer a polissemia do termo “extensão”. De uma parte, como se viu, Paulo Freire vai utilizá-lo, contrapondo-o à “comunicação”, entendendo-o como um paradigma da atuação da universidade a ser superado (porque impede o empoderamento popular). De outra, “extensão” também costuma ser utilizada para representar certos cursos *lato sensu*, oferecidos em nível de pós-graduação, cuja função é usualmente a de tornar acessíveis a um público não especializado

temáticas e discussões desenvolvidas ou aprofundadas pelos pesquisadores da instituição que os oferece. Por fim, “extensão” refere-se também a trabalhos desenvolvidos pela universidade junto a grupos ou comunidades específicas. É este último sentido, do qual se derivam a expressão “atividades de extensão” e o adjetivo “extensionista”, aquele que estaremos assumindo ao longo deste capítulo, a não ser que se faça menção explícita em sentido contrário.

4.2.2 Resolução CES/CNE 11/2002

Um segundo aspecto sobre o qual é importante dizermos algumas palavras trata das regulamentações que regem ou norteiam os cursos de engenharia no país. De especial importância será a resolução 11, do ano de 2002, estabelecida pelo Conselho Nacional de Educação (CNE)/ Câmara de Educação Superior (CES), e que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) dos cursos de graduação em engenharia. Essa resolução, que vem em substituição a uma resolução equivalente, e que regia os cursos de engenharia desde 1976, deverá ser assumida tanto na criação de novos cursos de engenharia, quanto na adequação curricular dos já existentes (cf. Haddad & Barros, 2003).

Por um lado, esse movimento de readequação, de caráter compulsório, abre espaço para que pautas alternativas às tecnocráticas tenham mais chance de conseguir avançar, o que era bastante mais difícil de acontecer até então, visto que as DCN de 1976 engessavam grandemente os currículos. De fato, as novas normas, por conta da não especificação nem das ementas das disciplinas, nem do tempo de integralização do curso, asseguram uma maior flexibilidade às propostas formativas. Isso, associado à não determinação daquilo que a resolução chama de “núcleo de conteúdos específicos”, que corresponde a cerca de 55% do número de horas mínimas para a integralização do curso, oferece grande autonomia/ liberdade para as instituições moldarem o perfil específico de engenheiros que elas querem formar (cf. Haddad & Barros, 2003).

Por outro lado, ademais, elementos caros ao perfil do engenheiro educador estão explicitamente considerados nas novas DCN, quando elas apresentam as características buscadas para os egressos dos cursos de engenharia:

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 (Artigo 3º, grifos nossos).

Para tanto, no artigo seguinte, a resolução determina um conjunto de treze competências e habilidades que tal profissional deverá ter. Dentre elas, destacamos as seguintes:

VII - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;

X - compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;

XI - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental.

Se é verdade que nada disso assegura, *per se*, a formação do engenheiro educador que almejamos, também o é que os elementos centrais desse perfil profissional estão assegurados nas definições apresentadas pelas DCN. Ou seja, a luta aqui já não é mais por alterar a letra da lei, e sim por defender e fazer avançar uma interpretação bastante legítima e quase imediata dela.

Além disso, o inciso segundo do artigo quinto explicitamente encoraja uma importante atividade para a capacitação para a TS, os trabalhos multidisciplinares. E o artigo sétimo torna obrigatórios os estágios curriculares, sem especificar os espaços nos quais eles deverão ser realizados. Isso permitirá, como teremos chance de compreender melhor com a análise do estágio de vivência do IFPA/Castanhal, que atividades de inserção em meio popular, através das quais soluções técnicas venham a ser construídas, possam ser implementadas e, tão interessante quanto isso, valham créditos para a integralização do curso.

Vê-se, com tudo isso, que, a partir da resolução do CES/CNE de 2002, o âmbito da formação em engenharia ganha grandemente em abertura, flexibilidade e potencial compromisso com os grupos populares. O que resta por mostrar, porém, é o quanto disso conseguirá ser apropriado e avançado pela perspectiva da tecnologia social, em consequência das vitórias políticas que forem sendo obtidas em cada curso ou universidade. A quarta parte deste capítulo, “propostas de ensino”, trará exemplos particularmente relevantes para ilustrar tal ponto.

4.2.3 O campo da engenharia e desenvolvimento social

A consolidação do campo de engenharia e desenvolvimento social (EDS) está de certa forma enraizada na mesma mobilização que assegurou os passos obtidos com as diretrizes curriculares dos cursos de engenharia de 2002. Mobilização que se insere no movimento da engenharia engajada, que emerge em meados da década de 1990 no Brasil e no mundo, e que, como vimos no primeiro capítulo, é parte de um movimento mais amplo, o da tecnologia apropriada, iniciado na década de 1920 com Gandhi.

Conforme apresentam Fraga e outros (2017), o campo EDS vai se consolidar, no Brasil, em torno e por meio dos Encontros Nacionais de Engenharia e Desenvolvimento Social (ENEDS), que analisaremos mais à frente. Esse processo eclode no ano de 2004 e ganha força durante as gestões do Partido dos Trabalhadores (PT) no governo federal (2003-2016), por conta da valorização, ainda que marginal, nesse período, daqueles que vieram a se tornar os três constituintes básicos do campo: extensão universitária, economia solidária (ES) e tecnologia social.

As edições anuais do ENEDS e, a partir de 2011, também das versões regionais do encontro, os EREDS, permitirão, nesse sentido, a convergência de atores distintos (ligados à extensão, à ES e/ou à TS), relacionados ao campo EDS, e desaguará na Rede de Engenharia Popular Oswaldo Sevá (REPOS), sobre a qual também falaremos melhor mais à frente.

A progressiva consolidação do campo propiciou a conformação de um ideal de atuação em engenharia – profundamente afinado com a compreensão de engenheiro educador aqui desenvolvida –, que permitiu não apenas a construção de uma identidade clara e comum para os diversos atores envolvidos nesse processo, como também, por conta da estrutura própria dos ENEDS/EREDS, a difusão dessa identidade ou pauta para outras partes do país.

Dessa forma, e seguindo com Fraga e seus coautores (2017), o campo EDS acabará por congrega e articular os principais expoentes, no âmbito não rural, da luta por, dentre outras coisas, uma formação em engenharia afinada com os ideais de empoderamento popular e de construção de uma ordem sociotécnica condizente com ele. Mesmo que, no jogo de forças atualmente em vigor, esses atores sejam, no geral, apenas marginais, são preponderantemente eles – professores, estudantes e profissionais-militantes da engenharia

popular – que conceberão e conseguirão encampar as propostas formativas mais interessantes e/ou promissoras. Com efeito, com respeito às iniciativas que apresentaremos neste capítulo, excetuando-se algumas poucas dentre aquelas agrupadas sob o rótulo genérico “propostas de ensino”, todas as demais estão ligadas a atores diretamente envolvidos com o campo, ou com a vertente rural/agrária dele.

*****

Isso posto, podemos, agora, voltarmo-nos à apresentação e análise dessas iniciativas. Como o dissemos, elas estão agrupadas em três tipos – “propostas de extensão formativa”, “propostas de ensino” e “espaços de sensibilização, mobilização e atuação” –, cada um dos quais será trabalhado em uma das três próximas partes deste capítulo.

4.3 Propostas de extensão formativa

O primeiro grande grupo de iniciativas que analisaremos é o das propostas de extensão formativa, nas quais a capacitação para a tecnologia social se dá através da inserção e/ou atuação comprometida junto a grupos populares. Em comum, elas são atividades de extensão universitária, não são obrigatórias para a integralização do curso dos estudantes, além de, no geral (mas não sempre), articularem-se de forma fraca ou não orgânica com a pesquisa e o ensino acadêmico/curricular.

Sem pretensão alguma de sermos exaustivos na apresentação de atividades desse tipo, vinculadas de alguma forma à universidade e à formação profissional do engenheiro educador, e comprometidas com o ideal de tecnologia social, analisaremos aqui basicamente duas propostas: as de núcleos de extensão universitária e a dos estágios interdisciplinares de vivência.

4.3.1 Núcleos de extensão universitária

Núcleos de extensão são espaços que podem existir dentro das universidades e que se vinculam de algum modo à área (ou Pró-Reitoria) de Extensão (ou algo que o valha). Trata-se de um dos espaços universitários em que a extensão, do tripé ensino-pesquisa-extensão, é praticada. Neste trabalho, estudaremos de forma sintética o caso do Soltec/UFRJ e o do ITCP.

4.3.1.1 SOLTEC

O Núcleo de Solidariedade Técnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, ou Soltec/UFRJ, não é um núcleo de extensão clássico, mas “um programa interdisciplinar de extensão, pesquisa e formação, que desenvolve projetos em rede com abordagem territorial e participativa, nos campos da tecnologia social e da economia solidária, visando à construção de políticas públicas para a equidade social e o equilíbrio ambiental” (Addor & Henriques, 2015, p. 9). O programa foi criado em 2003, vinculado ao departamento de Engenharia Industrial da UFRJ, passando a se envolver, desde então, em iniciativas de desenvolvimento de tecnologia social (e de economia solidária), bem como em atividades de ensino (graduação e pós) e de pesquisa dentro da universidade.

Seu primeiro projeto de extensão, analisado no capítulo um, foi o Programa Pesquisa-Ação na Cadeia Produtiva da Pesca do Litoral Fluminense (Papesca), iniciado em 2004. Nele, e em todos os demais projetos em que se envolveu, o Soltec buscou sempre manter-se fiel aos princípios metodológicos da pesquisa-ação. Com isso, ao mesmo tempo em que construía com o grupo junto ao qual trabalhava a solução técnica que melhor servia a este (extensão), o núcleo praticava também educação popular (extensão) e produzia conhecimento acadêmico (pesquisa).

De outra parte, e na medida em que formação específica para tanto ainda não é assegurada nos currículos de engenharia, o Soltec provê capacitação aos estudantes que atuam nos seus projetos (assim como espaços de formação continuada para todo o seu

quadro, inclusive seus membros mais antigos). Essas capacitações passam por cursos, encontros e partilhas, assim como pela observação crítica e pelo aprendizado, a partir da prática dos participantes mais experientes, do modo como estes realizam suas atividades em campo.

Aliado à prática extensionista, à pesquisa que tal prática demanda, implica e representa, e à formação interna que o núcleo provê a seus membros, o Soltec se envolve também com práticas de ensino acadêmico formal. No que concerne à graduação, discorreremos melhor mais à frente. De todo modo, trata-se basicamente de duas disciplinas optativas da grade dos cursos de engenharia da UFRJ, e que buscam conjugar formação teórica e criticidade com contato efetivo com realidades marginalizadas. Já no nível da pós-graduação, e em parceria com outras iniciativas que compõem o Nides – Núcleo Interdisciplinar para o Desenvolvimento Social –, órgão suplementar do Centro do Tecnologia da UFRJ, o Soltec está envolvido com o mestrado profissional oferecido pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia para o Desenvolvimento Social do núcleo. A proposta dessa pós é formar “profissionais com condições de atuar ou que já atuem em órgãos públicos, organizações não governamentais, em instituições públicas de ensino e em empresas públicas ou privadas, em temas vinculados à responsabilidade social” (Nides).

Vê-se, com base nessa breve apresentação do núcleo, que há um empenho efetivo do Soltec em buscar não apenas incidir na produção de uma ordem sociotécnica popular, como atuar de forma conscientizadora/transformadora também no seio da universidade na qual está inserido (a UFRJ). Com efeito, no que concerne a este último ponto, como eles mesmos o dizem,

[o] Soltec/UFRJ tem como visão em longo prazo, como utopia, a transformação da universidade pública brasileira, na aspiração de torná-la um espaço mais democrático, mais popular e mais útil para a maioria da população. [...] Isso só será possível quando conseguirmos avançar na indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, em um ciclo de retroalimentação, em que uma atividade se alimenta da outra e se tornará cada vez mais difícil diferenciar o que é cada um desses pilares da universidade brasileira (Addor & Henriques, 2015, p. 11).

Ou seja, com vistas a se tornar cada vez mais viável um outro mundo possível, o núcleo aposta na reconfiguração da universidade, em seu ensino e pesquisa, a partir das demandas e urgências a que ela pode ter acesso via extensão. Uma extensão, bem

entendido, comprometida com a construção participativa, emancipadora e reflexiva de uma ordem sociotécnica contra-hegemônica. Nisso, o Soltec busca assegurar não só formação de engenheiros educadores, como, de certa maneira, também difundi-la para outros cursos e outras universidades. É no, e por meio do, Soltec, aliás, que surgirá o ENEDS.

4.3.1.2 ITCP

ITCP é a sigla de Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares. O primeiro desses programas foi criado em 1995, vinculado ao Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE), também na UFRJ. Hoje, tem-se um total de sessenta e duas dessas iniciativas espalhadas por todo o país e vinculadas entre si, a partir de 1998, pela Rede Universitária de Incubadoras Tecnológicas de Cooperativas Populares. Essas iniciativas estão sempre ligadas a alguma universidade, atuando como um de seus núcleos de extensão (cf. ITCP-USP, ITCP-UFRJ).

Os trabalhos desses sessenta e dois núcleos, ainda que diversos em termos de abrangência e tipo de atuação, dão-se na perspectiva do suporte ao desenvolvimento da economia solidária, a partir da formação de, ou do apoio a, grupos autogestionários ou cooperativas populares. Seu horizonte, assim como no caso que acabamos de ver do Soltec, é o de produção de tecnologia social, que dê conta de apoiar e emular o ordenamento sociotécnico perseguido, mesmo que em nível micro (i.e., economia solidária), e, através disso, de transformação da realidade (cf. ITCP-Unicamp).

Como o que se tem em vista é a constituição ou consolidação de cooperativas populares, a atuação desses núcleos, enquanto incubação ou assessoria, é essencialmente dupla: assistir o empreendimento no que concerne à sua viabilidade econômica e/ou ajudá-lo quanto à sua viabilidade enquanto cooperativa (cf. ITCP-UFRJ).

Há, ademais, em várias dessas incubadoras, como no caso do ITCP-UFRJ, também um ideal de se incidir sobre políticas públicas. Para tanto, o que usualmente tem lugar é valer-se, seja do saber construído através da incubação (ou assessoria) de variadas cooperativas, seja da constituição de redes com outros programas e atores que atuam em perspectiva semelhante, para se ganhar peso ou legitimidade junto ao poder público, a ponto de se ser

escutado ou consultado por ele, para a elaboração de políticas setoriais (cf. ITCP-UFRJ). Isso também está presente no caso do Soltec, ainda que não o tenhamos explicitado lá.

A metodologia de atuação é sempre participativa, calcada no ideário de horizontalidade, dialogicidade, empoderamento, reflexão, cocriação e desenvolvimento social, próprios da educação popular e da pesquisa-ação (cf. ITCP-FGV, ITCP-Unicamp, ITCP-USP, ITCP-UFRJ).

Por fim, ainda que o trabalho dessas incubadoras também ecoe na universidade da qual são programa de extensão, sobretudo pela formação que alunos, docentes e funcionários recebem para essa atuação e como resultado dela – e que tendem a ser da mesma ordem daquela provida no Soltec –, o horizonte ambicioso do Soltec, de refundação ou transformação profunda do mundo acadêmico a partir da extensão, não parece estar presente, ao menos não com igual força, no universo das ITCPs.

4.3.1.3   *Avanços e limites dessas iniciativas*

As iniciativas brasileiras que vinculam extensão universitária com transformação do mundo, via construção participativa de tecnologia social, não se restringem aos dois tipos analisados nesta seção. Ao lado deles, poderíamos acrescentar iniciativas como a da INCOP, Incubadora de Empreendimentos Sociais e Solidários da UFOP⁶², e a das instituições que se organizam na Rede Nacional de Universidades, a Unitrabalho⁶³, articulando (ou buscando articular) ensino, pesquisa e extensão, de modo a apoiar os trabalhadores em suas lutas por melhores condições de vida e de trabalho.

Seja como for, o tipo de atuação que se encontra não é essencialmente distinto disso que se viu com os dois casos analisados aqui. Há, de uma parte, na vertente *ad extra*, de extensão, uma atuação bastante afinada com o ideal de comunicação freiriano, no qual a solução tecnológica que se constrói, e que produz empoderamento e autogestão (ou busca

---

⁶² Cf. www.incop.ufop.br

⁶³ Cf. www.unitrabalho.org.br

por ela), resultará de um processo (que busca ser) dialógico entre pesquisadores/técnicos e atores locais. Esse processo, além disso, é marcado: pela empatia e pelo compromisso com a sorte dos marginalizados/hegemonizados junto aos quais se atua; pela abertura para se conhecer melhor o mundo e para construir o novo colaborativamente; e pelo constante exercício reflexivo e crítico. (Ou, ao menos, pela busca honesta por se alcançar o mais alto grau possível desses elementos.)

De outro lado, porém, na vertente *ad intra*, ou seja, da repercussão dessas ações no todo das atividades de pesquisa e ensino da universidade à qual esse núcleo de extensão pertence, o impacto é quase sempre bastante limitado, ao menos por ora. Isso não significa que não haja reverberação interna alguma, ou que aquilo que se logra dessa associação seja destituído de valor. Mas tal ressonância está longe de ser tão grande quanto poderia sê-lo, ou quanto aqueles que militam nesse tipo de extensão universitária desejariam que ela fosse.

Ou seja, é, por um lado, inegável que os estudantes que tomam parte nessas atividades de extensão são profundamente exercitados nas habilidades não técnicas fundamentais do engenheiro educador – empatia, capacidade de dialogar, senso crítico e abertura para conhecer melhor o mundo. Além disso, por meio dessas atuações, não só tecnologia social é efetivamente buscada ou produzida, como algum tipo de formação teórica consistente, profundamente vinculada à reflexão sobre a prática, é desenvolvida.

Contudo, por outro lado, tais experiências seguem sendo grandemente optativas para a integralização das graduações em engenharia, de sorte que apenas uma minoria dos estudantes desses cursos acaba passando por elas. Além disso, como seus efeitos não logram repercussão expressiva sobre a média do ensino e da pesquisa praticados na IES como um todo, os desdobramentos que tal prática extensionista poderia ter, na viabilização de mais tecnologia social e na formação dos estudantes, por vias indiretas, para a sensibilidade e a crítica, ficam grandemente reduzidos.

4.3.2 Estágio Interdisciplinar de Vivência (EIV)

O estágio interdisciplinar de vivência surgiu entre os anos de 1988 e 1989, em Dourados, no Mato Grosso do Sul, de uma articulação entre a Federação dos Estudantes de Agronomia do Brasil (FEAB) e o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST). Seu ideário, seguindo de perto o proposto por Paulo Freire em *Comunicação ou Extensão?*, era o de propiciar aos participantes do estágio a oportunidade de se aproximarem mais da realidade dos trabalhadores rurais deixados à margem do processo de desenvolvimento agropecuário brasileiro, iniciado no pós II Guerra Mundial, e uniformizado nacionalmente em meados da década de 1970 (cf. Silva *et al.*, 2014, p. 3-4). A partir dessa primeira experiência exitosa, o evento se espalhou por todo o país, sendo realizado em âmbito local ou regional desde então (cf. Maia *et al.*, 2011, p. 3-4).

No geral, dividem-se os cerca de vinte dias que costumam compor essas experiências em três grandes etapas. Na primeira, os estagiários – estudantes dos mais variados cursos (não apenas futuros agrônomos!) – estudam a genealogia da estruturação hegemônica no campo agora, com a opressão que a engendra (ou que brota dela), bem como as alternativas a tal estrutura, sobretudo aquelas lastreadas ou presentes no histórico (ou horizonte) das comunidades camponesas com as quais eles estarão em contato. Na segunda fase, os estagiários são enviados, separadamente, para viverem por cerca de dez dias com alguma família assentada ou atingida por barragem, convivendo com ela e tomando parte em seu trabalho e demais atividades. Por fim, na última fase, os estudantes são reunidos outra vez, agora para partilhar suas experiências e para discutir formas de fortalecer as ligações e o compromisso da cidade com as lutas que ocorrem no campo (cf. EIV-SC – cartilha, p. 2).

Para se alcançarem os objetivos de uma práxis transformadora *à la* Freire, alguns princípios são sempre seguidos nos EIVs. O primeiro deles é a parceria com movimentos sociais (p.e., MST, Via Campesina, Movimento dos Pequenos Agricultores (ligado à Via Campesina), Movimento dos Atingidos por Barragens, Movimento das Mulheres Camponesas), a partir da qual, dentre outras coisas, se constrói a proposta teórica e metodológica do estágio. O segundo princípio é o da interdisciplinaridade, que dá conta, por um lado, da riqueza e não superfluidade dos saberes científico e popular, e, por outro, dos

múltiplos olhares disciplinares (científicos) possíveis sobre um mesmo aspecto da realidade. Em terceiro lugar, tem-se o ideal da não intervenção, segundo o qual os estagiários vão para a experiência como aprendizes do modo de vida e do saber do povo, não como professores (de técnicas profissionais aprendidas na universidade). O quarto princípio é o da autonomia do EIV frente à universidade ou a qualquer força política. Por fim, tem-se o protagonismo estudantil, no sentido de que o estágio é construído pelos estudantes (em parceria com os movimentos sociais parceiros) e para os estudantes (cf. Maia *et al.*, 2011, p. 5).

Os estágios, malgrado sigam todos esses mesmos princípios e essa mesma estrutura, são sempre, em alguma medida, únicos. Isso se deve ao fato de eles serem, no final das contas, o resultado daquilo que o grupo específico de estudantes que esteve a cargo de sua organização acabou por construir. Tais estudantes costumam ser (parte do) grupo que participou da vivência, como estagiário, no ano anterior (cf. Motta & Silva, 2008, p. 3). Talvez também por essa razão, por sua estrutura não centralizada, análises mais gerais do movimento EIV em todo o país sejam tão difíceis de serem encontradas.

4.3.2.1   *Avanços e limites da iniciativa*

A proposta principal dos EIVs é colocar os estudantes em contato com a realidade camponesa de exclusão, que eles usualmente desconhecem. Com isso, busca-se não apenas superar uma lacuna cognitiva na formação deles, como, sobretudo, ajudá-los a superarem preconceitos (relativos, por exemplo, à suposta ignorância do trabalhador rural humilde – ou ao saber popular), a construir um conhecimento mais amplo, crítico e articulado sobre a realidade, e a se comprometerem, em alguma medida, com a luta por vida, liberdade e dignidade dos atores locais com os quais trabalharão e conviverão de forma ampla nos cerca de dez dias de inserção mais propriamente dita.

Nesse sentido, também porque os estagiários de um ano compõem a equipe do EIV do ano seguinte, é inegável que tal experiência ajude a desenvolver as habilidades não técnicas do engenheiro educador (i.e., empatia, capacidade de dialogar, senso crítico e abertura para aprender). Há, além disso, momentos significativos para formação teórica crítica.

Não se assegura, entretanto, espaço de prática ou vivência de construção de tecnologia social, uma vez que a proposta não é a de levar ou construir nada, mas a de estar com o povo, conviver com ele, aprender dele. De igual forma, a repercussão desses estágios no mundo interno da universidade – ensino e pesquisa – tende a ser pequena. Com efeito, essa transformação, ainda que desejável, costuma estar longe dos principais objetivos do EIV.

Ou seja, a experiência é inegavelmente muitíssimo válida para aquilo que temos buscado analisar aqui, isto é, oportunidades de formação do engenheiro educador. Seus limites, entretanto, quando comparados com os das iniciativas de extensão mais estruturadas e organicamente organizadas apresentadas anteriormente, são maiores. Não é somente o fato de o estágio ser apenas facultativo – e de as vagas disponíveis para ele serem, não raro, mais escassas do que o número daqueles que se mostram interessados em viver a experiência –, mas de ele, por sua própria proposta e filosofia, quase que apartar-se da universidade cuja formação busca complementar. Além disso, por conta da necessária rotatividade das equipes organizadoras, o adensamento da reflexão do grupo diretamente envolvido com os EIVs (a pesquisa!) tende a ser prejudicado.

Seja como for, por conta do elevado impacto que tais experiências costumam produzir naqueles que a fazem, enquanto atividade provocadora/motivadora, os EIVs talvez encontrem poucas iniciativas que rivalizem com ele nesse quesito. Assim, como experiência de porta de entrada para a engenharia popular (e tecnologia social), tais estágios parecem ser uma ótima alternativa.

4.4 Propostas de ensino

O segundo grande grupo de iniciativas que têm como foco a formação do engenheiro educador hoje no Brasil é aquele que batizamos de propostas de ensino. Diferentemente das propostas extensionistas analisadas anteriormente, ainda que o foco siga sendo a busca por se formarem engenheiros (ou profissionais em geral) capazes de produzir tecnologia social, isso é obtido, aqui, a partir sobretudo da incidência sobre o ensino.

As propostas de ensino se subdividem em três categorias principais: iniciativas que se focam na metodologia pedagógica, na incorporação de disciplinas com enfoque CTS à grade curricular e na reconfiguração mais profunda desta; estágios populares, que operam como instância tanto de articulação dos vários saberes acadêmicos aprendidos na universidade, como de contato, escuta e aprendizado com os grupos populares; e projetos universitários alternativos, que buscam prover um estudo contextualizado, integrado e interdisciplinar aos estudantes da instituição. Além disso, esses três subgrupos de iniciativas possuem usualmente caráter obrigatório, de sorte que todos os estudantes precisam de algum modo passar por elas para integralizarem sua formação.

O diagnóstico do qual se parte em todas essas propostas de ensino é o de que a formação padrão provida à média dos graduandos em engenharia hoje é deficitária em relação ao perfil desejado de egresso capaz de desenvolver tecnologia social (ou engenharia popular). Além disso, em alguma medida, todas elas ecoam e buscam implementar ou fazer avançar elementos centrais da resolução de 2002 do Conselho Nacional de Educação, sobretudo aqueles que apontam para o compromisso social e ético na prática da engenharia.

O que veremos nesta terceira parte são algumas das propostas levadas a cabo hoje no país para se haver com esse déficit. Todas essas iniciativas, ou foram apresentadas em alguma das edições do Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social (ENEDS), ou o foram em algum Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) após o ano de 2000. Esses dois espaços, ao lado do ESOCITE (Jornadas de Estudo Sociais da Ciência e da Tecnologia), cujos anais não tivemos tempo de analisar, são as principais arenas nacionais progressistas hoje, ao menos no âmbito da engenharia não rural, para os engenheiros partilharem suas inovações educacionais e refletirem sobre a formação que estão oferecendo aos seus futuros colegas de profissão.

4.4.1 Metodologia pedagógica, disciplinas com enfoque CTS e grade curricular

O primeiro subgrupo das propostas de ensino é aquele que, *grosso modo*, busca ir incidindo gradativamente na estrutura local dos cursos de engenharia, de sorte a fazê-los

avançar em direção a algo que pareça mais condizente com a formação do engenheiro educador que se busca.

4.4.1.1 Metodologia Pedagógica

Naquilo que concerne à metodologia pedagógica, as inovações implementadas são usualmente do tipo que, de um lado, asseguram uma relação mais dialógica entre professor e aluno, em substituição ao método puramente expositivo tradicional, e, de outro, empenham-se em conjugar transmissão de informação com exercício de juízo crítico. A grande questão que se busca superar através desse tipo de mudança é a redução do (futuro) engenheiro a mero reprodutor de técnicas, saberes e juízos já estabelecidos. Tenta-se, nesse sentido, evidenciar que não há um evoluir técnico que esteja dissociado de um caminhar social, qualquer que seja a direção e os valores de fundo que estejam guiando tal processo. Desse modo, fazer engenharia estaria relacionado, em maior ou menor grau, com a manutenção ou a transformação do *status quo*. E isso implica, então, que o exercício autêntico e consciente dela demanda (ou deveria demandar) capacidade crítica da parte de quem a realiza (cf. Dwek, 2011; Kuehn & Bazzo, 2004; Rufino *et al.*, 2013).

Múltiplas são as estratégias possíveis neste quesito, e nem todas elas se ligam necessariamente a tal ideal de desenvolvimento de senso crítico. Disciplinas que, por exemplo, consigam construir momentos de debate em torno de conceitos ou conteúdos centrais seus (ou a aplicações possíveis deles), dão algum passo nessa direção. É isso o que mostra a iniciativa que Rufino *et al.* (2013, p. 7-9) apresentam, e que dá conta de garantir espaço para atividades como cine-fóruns nas disciplinas *Teoria das Organizações* e *Organização do Trabalho*, do curso de engenharia da produção da UFOP.

Outro exemplo de prática pedagógica potencialmente promovedora de criticidade é a adoção de projetos em disciplinas teóricas, que forcem a conexão entre, de um lado, aquilo que foi ou está sendo estudado e, de outro, fragmentos da realidade nos quais tal conhecimento pode ser implementado – com repercussões sociais e ambientais distintas, em função do tipo de implementação que é feita. A disciplina de extensão *Gestão de*

Projetos Solidários, da UFRJ, é um caso desses. O curso articula conteúdos teóricos com a prática de estágio e a redação de um projeto de atuação possível nessa realidade em que se estagiou (cf. Lianza *et al.*, 2015b). Também da UFRJ e igualmente vinculada ao Soltec, a disciplina de extensão *Papesca: Pesquisa-Ação na Cadeia Produtiva da Pesca no Litoral Fluminense* segue perspectiva similar (cf. Lianza *et al.*, 2015c, p. 203-205).

4.4.1.2 Disciplinas com enfoque CTS

O desafio de se formarem engenheiros críticos e engajados (ou engajáveis) na transformação social, porém, não se resolve apenas com metodologias mais participativas, ou, como diria Paulo Freire, não bancárias. Paralelamente a isso, como base e/ou consequência dessa perspectiva dialógica, deve-se desconstruir o mito da neutralidade e do avanço linear e necessário da tecnologia. Isso, que pode ser obtido através de enfoques do tipo *Ciência, Tecnologia e Sociedade* (CTS), demanda não apenas uma reflexão de cunho sociológico, histórico e filosófico sobre o fenômeno técnico, mas também uma apreensão dele de forma ampla, plural e integrada, ou seja, não fragmentada (cf. Sousa & Gomes, 2009; Dwek, 2010; Menestrina & Bazzo, 2004; Linsingen, Bazzo & Pereira, 2003).

O enfoque CTS, que também pode ser chamado de estudos sociais da ciência e tecnologia, tenta evidenciar a profunda imbricação entre ciência, tecnologia e sociedade, buscando deixar manifesto de que modo valores sociais, saber científico e códigos e características técnicas são aspectos bastante interdependentes. Trata-se, como se depreende dessa definição, menos de um conteúdo passível de ser ensinado em uma ou duas disciplinas teóricas da área de humanas, e mais de uma maneira de trabalhar os conteúdos técnicos do curso (no caso, de engenharia) de forma geral (cf. Dwek, 2010, p. 5-6; Maestrina & Bazzo, 2004).

As iniciativas concretas atualmente existentes no Brasil, porém, são quase sempre de caráter ainda bastante limitado, restringindo-se, no geral, a uma ou algumas disciplinas que incorporam essa perspectiva, em meio a todo o restante da grade curricular com abordagem mais tradicional, ou seja, no qual não se tematiza a incidência de valores sociais sobre o desenvolvimento técnico e o caráter quase sempre subdeterminado deste.

A disciplina *Gestão de Projetos Solidários* da UFRJ é um exemplo claro de uma abordagem tipo CTS. Criada em 2003, em profunda conexão com o Soltec, essa disciplina de extensão busca oferecer aos estudantes a possibilidade de estudarem e se envolverem com empreendimentos autogestionários. Isso é feito tanto a partir de estudo teórico, quanto de atividades de campo, as quais, na edição de 2015, constituíram cinco das quinze aulas do curso⁶⁴. O itinerário seguido no curso se inicia com o estudo de textos centrais para a área, passa pela elaboração de um plano de estudo de um caso real específico a ser visitado e acompanhado, e se conclui com a apresentação de um relatório técnico sobre o estudo de caso empreendido. Nas duas etapas que envolvem estudo de caso, fundamentação teórica é exigida, e suporte é provido em conformidade com as necessidades específicas que as equipes de alunos experimentam no desenvolvimento do seu trabalho (cf. Lianza *et al.*, 2015b).

Saliente-se, contudo, que nem toda disciplina com enfoque CTS possui estágio ou algum tipo de inserção em, ou busca por, diálogo efetivo com segmentos marginalizados da sociedade. A média, aliás, é ater-se preponderantemente à discussão ou reflexão teórica, ainda que bastante ilustrada ou confrontada com exemplos concretos (cf. Kuehn & Bazzo, 2004; Menestrina & Bazzo, 2004; Linsingen, Bazzo & Pereira, 2003).

Além de *Gestão de Projetos Solidários*, a outra disciplina da URFJ citada no item anterior, assim como as duas da UFOP, também constituem exemplos de cursos com enfoque CTS. Nelas, de fato, não foi apenas uma relação dialógica entre professor e estudante, aquilo que se buscou assegurar. Juntamente com isso, houve um esforço por se desenvolver o assunto técnico da disciplina – a teoria da organização, a organização do trabalho e a Papesca – segundo o quadro social e ambiental amplo em que tais assuntos se inserem. Ao mesmo tempo, buscou-se também problematizar as versões hegemônicas de organização de empreendimentos e de gestão de trabalho (hierarquização, assimetria de poder de decisão e de remuneração etc.).

---

⁶⁴ Cf. <http://gestaodeprojetossolidarios.blogspot.com.br/>

4.4.1.3   *Estrutura curricular*

De sorte a, dentre outras coisas, expandir um enfoque do tipo CTS para novas disciplinas do currículo e/ou a organizá-lo de tal forma que a sua integralização pelos estudantes implique, no mais alto grau possível, em refinado senso crítico e potencial engajamento em causas técnico-sociais populares, a terceira forma de incidência curricular seria justamente a de se tentar reformular o currículo como um todo. Seu principal disparador, contudo, não foi propriamente um aumento de sensibilidade dos corpos docentes a tais pautas, mas a resolução 11/2002 do CES/CNE, que analisamos anteriormente.

Com efeito, como o vimos, parece não muito distante do ideal de engenheiro educador esse que define a resolução, em seu artigo 3º, de um egresso dos cursos de engenharia que tenha “formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, [que seja] 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”.

Assim, na exigência de os cursos de engenharia se debruçarem sobre suas grades curriculares, de modo a adaptá-las às novas diretrizes curriculares nacionais, alguns grupos viram a oportunidade de fazer avançar algumas pautas da tecnologia social. Os ganhos, porém, foram no geral limitados, mas não foram desprezíveis.

Na Engenharia Elétrica da UFMG, por exemplo, a adequação assegurou tanto uma formação mais personalizada para os alunos, como a flexibilidade necessária para o curso adaptar-se às necessidades do mercado [e da sociedade?] e às demandas por se formar um profissional capaz de seguir sempre aprendendo. Ao lado desses ganhos no geral neutros para a perspectiva do engenheiro educador, contudo, conseguiu-se que os projetos de extensão passassem a contar crédito para o aluno. Com isso, a extensão, que tem papel imprescindível para a formação para a tecnologia social, não apenas ingressa no âmbito formal dos currículos e dos cálculos para a integralização deles, como, justamente por isso, pode se tornar mais atraente para o corpo discente (cf. Carvalho & Moreira, 2009).

Na UFRJ, em passo ainda mais ousado, aliada às novas diretrizes curriculares nacionais dos cursos de engenharia, uma resolução interna da universidade estipulou que os estudantes deveriam gastar 10% da carga horária total de seus currículos em atividades de extensão (cf. Lianza *et al.*, 2015c, p. 204).

Os avanços, entretanto, como se havia adiantado, são no geral tímidos e muitos deles ainda estão em disputa. No caso da Engenharia Mecânica da UFSC, por exemplo, que conta com docentes militantes do CTS há pelo menos duas décadas (como Walter Bazzo e Irlan von Linsingen), para a perspectiva não estritamente técnica da formação, o perfil demandado no artigo terceiro da resolução significou, depois da readequação, basicamente algumas disciplinas com enfoque CTS. O novo currículo seguiu privilegiando uma formação conteudista, focada no avanço da tecnologia convencional e pouco atenta às demandas sociotécnicas efetivas dos grupos populares (cf. Trennephol, 2014).

De maneira geral, como afirma Trennephol (2014), a questão da sensibilidade social e da formação para a transformação ética do mundo, que figura como elemento importante na resolução de 2002, não apenas não recebe uma dotação de horas-aula adequada a esse propósito nela, como, por ser deixada aberta demais e quase que ao critério exclusivo do bom senso dos corpos docentes, acaba não sendo trabalhada adequadamente em parte alguma. Ou, se quisermos colocar em outros termos, ela se oferece preponderantemente como espaço ou sentido a ser disputado, a ser conquistado. Com isso, a flexibilidade que as novas diretrizes curriculares nacionais trazem para os cursos de engenharia tem se revertido, ao menos por ora, em prevalência da perspectiva tecnocrática, que é bastante tradicional e bastante arraigada nos corpos docentes dessa área.

4.4.1.4   *Avanços e limites dessas iniciativas*

Os três tipos de iniciativas analisados nesta primeira seção – metodologia pedagógica, enfoque CTS e estrutura curricular – não se opõem ou excluem, mas, a bem da verdade, complementam-se e se reforçam mutuamente. Isso, de fato, pode ser visto em diversas instituições, como a UFSC (e toda a articulação que grupos como o NEPET, *Núcleo*

de Estudos Pesquisas em Educação Tecnológica empreendem⁶⁵), a UFOP (e o trabalho, ainda embrionário, do grupo que está por trás da *Incubadora de Empreendimentos Sociais e Solidários* - INCOP) e a UFRJ (com a atuação e o horizonte perseguido, por exemplo, pelo Soltec).

Este primeiro grupo de propostas de ensino inegavelmente contribui para uma formação teórica potencialmente mais crítica dos estudantes, podendo, ademais, muni-los com (parte do) ferramental teórico das humanidades de que necessitarão para serem capazes de praticar adequadamente alguma metodologia participativa (e a educação popular). Além disso, excetuando-se o caso das disciplinas facultativas, trata-se de algo que, em tese, atinge todos os alunos, mesmo que em graus diferentes. Pode-se também, por meio dessas iniciativas, instigar um ceticismo metodológico mais generalizado neles, condição de possibilidade para se darem conta de que, no geral, temos ainda muito a aprender, inclusive com aqueles que costumamos acreditar estarem em piores condições para nos ensinar, os pobres e/ou marginalizados de nosso mundo. Por fim, a repercussão dessas práticas no ensino é evidente e seu potencial impacto sobre a pesquisa poderia ser no mínimo indireto, quanto menos não seja, através daquilo que elas logram conquistar ou ensinar àqueles que em alguma medida contribuirão para a pesquisa nacional no futuro.

Há, não obstante, alguns limites sérios nessas iniciativas também. O principal deles está relacionado a uma não imersão dos estudantes na realidade de exclusão (imersão que é possibilitada, por exemplo, através de atividades de tipo extensionista, semelhantes àquelas que as disciplinas de extensão da UFRJ que citamos fazem). Como tais imersões constituem mais a exceção do que a regra no universo dos tipos de iniciativas que analisamos, mesmo nas propostas CTS (cf. Barbosa Filho *et al*, 2005; Carvalho & Moreira, 2009; Sousa & Gomes, 2009), na média, a habilidade da empatia e do diálogo com os atores populares, que são absolutamente centrais para a produção de tecnologia social, são, para dizer o mínimo, muito menos desenvolvidas do que as habilidades cognitivas de senso crítico e abertura epistemológica.

Além disso, mesmo em experiências como as das duas disciplinas de extensão da UFRJ, a imersão pontual é ou pode ser muito limitada, a ponto de se conseguir atingir um desenvolvimento adequado das quatro habilidades fundamentais do engenheiro educador.

---

⁶⁵ <http://www.nepet.ufsc.br/>

Com efeito, aquilo do “ir lá para ver, (...) ir lá para viver, (...) ir lá para ver com os olhos do outro” (Simoni *apud* Henriques & Frankel, 2015, p. 216-7) não é algo que se alcance senão após um longo processo de convivência e troca. Não é por acaso, então, que o Soltec tome a participação em *Gestão de Projetos Solidários* como etapa inicial inegociável para todos os que desejam atuar com eles. Etapa imprescindível, mas que apenas introduz seus (futuros) quadros em um longo processo formativo que se estenderá ainda por muito mais tempo, após a adesão do interessado ao núcleo (cf. Lianza *et al.*, 2015b).

4.4.2 Estágio popular

O segundo subgrupo das propostas de ensino refere-se a estágios populares, nos quais os estudantes não apenas são enviados para viverem e aprenderem com segmentos populares, como são preparados previamente para isso, acompanhados durante a experiência e, após a sua realização, são instados a refletir sobre elas e sintetizá-las (em relatórios ou monografias).

4.4.2.1 Estágio de vivência

Exemplo lapidar disso é o do estágio de vivência rural (ou estágio curricular de vivência) do curso de agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), campus Castanhal. Tal estágio, que institucionaliza os estágios interdisciplinares de vivência (cf. Costa, 2011, p. 6), que analisamos em outra parte deste capítulo, acontece em três etapas, cada uma de um mês de duração, e nas quais os estudantes são enviados individualmente para viverem com uma família, que permanece a mesma nesses três momentos. Nas três etapas, há um tempo prévio de preparação no instituto. Além disso, há um acompanhamento durante a vivência, e, ao final de cada um dos dois primeiros meses de estágio, um relatório com a síntese acerca do vivenciado é pedido. Ao fim do último mês, os alunos precisam redigir uma monografia e apresentá-la (cf. PPP-Agronomia, 2010).

A proposta de cada um dos meses, porém, é distinta. No primeiro, espera-se que o estudante simplesmente observe a relação da família com quem está vivendo, assim como da comunidade da qual ela participa, com a natureza. No segundo, o estudante deverá participar da produção, junto com a família, atentando para o modo como eles executam essa atividade. Por fim, no terceiro e último mês, o estudante, a partir de sua observação e convivência com a família, deverá propor intervenções técnicas que, em respeito aos valores e modo de vida do grupo, possam ajudá-lo com urgências ou necessidades que eventualmente possuam (cf. PPP-Agronomia, 2010).

O estágio, por sua própria característica, é uma atividade intrinsecamente interdisciplinar, mobilizando conteúdos de diversas áreas do conhecimento. Ele opera, assim, também como espaço de síntese ou articulação do saber acadêmico aprendido. Além disso, por sua perspectiva horizontal, na qual os estudantes vão a campo mais como aprendizes do que como mestres, a vivência propicia espaço altamente interessante para que se desenvolva reflexão a partir da prática, a práxis freiriana. Isso é explicitamente obtido (ou ao menos buscado) com os relatórios ao fim de cada uma das vivências de imersão (cf. Rosário *et al.*, p. 3; Felizardo *et al.*, 2015, p.2).

Assim, a imersão no meio rural por meio do estágio supervisionado do IFPA-Campus Castanhal tem representado um importante espaço de reflexão, comunicação e elaboração crítica entre a realidade do campo e a teoria fornecida nas disciplinas ministradas, proporcionando espaços de formação que permitem a adoção da abordagem sistêmica. [Isso se] reflete [na] valorização [d]o diálogo com a sociedade e faz com [que] os futuros profissionais repensem as condições de intervenção sobre a realidade, garantindo ao estudante a oportunidade de ampliar seu compromisso social dentro de um processo educativo e participativo com a sociedade (Felizardo *et al.*, 2015, p. 12).

4.4.2.2   *Residência agrária*

Um segundo exemplo desse tipo de iniciativa, mas em nível de pós-graduação, é o da residência agrária. Ela surge nacionalmente em 2004, a partir de um programa do Ministério do Desenvolvimento Agrário, e como correlato das já tradicionais residências médicas. O entendimento era o de que, para trabalhar no suporte à agricultura familiar, uma formação adicional à recebida na média dos cursos era requerida (cf. Costa, 2011, p. 2). O seu público-

alvo não se restringe a profissionais das assim chamadas ciências agrárias (agronomia, zootecnia, veterinária, engenharia de alimentos, economia doméstica etc.), envolvendo também, ainda que usualmente em bem menor número, graduados do serviço social e da pedagogia, por exemplo (cf. Idem, p.8).

A residência é composta por duas etapas principais: um estágio de vivência, seguido de um tempo de estudo (a especialização). Na primeira, que dura seis meses, o estudante faz uma imersão na realidade de um assentamento e das famílias simples que o compõem.

Nesse momento, realiza-se um pacto entre estudante e comunidade: é um pedido de entrada, é um reconhecimento das limitações e um se dispor a contribuir a partir da troca de aprendizagens. Não é um momento fácil, pois os estudantes estão vivenciando as questões da juventude, o peso da formatura, de um diploma e o desafio de uma realidade diferente [na qual] vão se deparar com sintaxes diferentes, lógicas produtivas diferentes e outras visões de mundo. É também na vivência que veem na prática o que muitas vezes só viram nos livros, e que vão confrontar “o aprendido”, e ter a possibilidade de contribuir criticamente a partir de sua formação e de sua vida. [...] O Estágio de Vivência aproxima a universidade da terra e como dizem os camponeses “terra é mais do que terra”, é família, cultura, cuidado, estética, solidariedade, é altar do sagrado do que é essencial da vida (Costa, 2011, p. 7).

A segunda etapa, de sua parte, constitui-se de dois grandes momentos. Um deles, o tempo universidade, é aquele no qual os conteúdos programáticos do curso são desenvolvidos através de aulas, seminários, estudos de campo e afins, sendo acompanhados por uma equipe universitária típica (professores, monitores, coordenadores pedagógicos etc.). O outro momento, o tempo comunidade, é o da reflexão-ação na, e com a, comunidade. Trata-se do momento em que aquilo que foi estudado na universidade na etapa anterior pode ser confrontado com a realidade própria da área da residência (cf. Costa, 2011, p. 3-4).

Em todos os momentos, e ecoando muito fortemente os estágios interdisciplinares de vivência (EIV), no qual também essa residência agrária se inspira, a construção do curso e do seu currículo, assim como sua avaliação e adaptação (sempre que necessário), dá-se em um processo de diálogo profundo entre as universidades que se associam para cada uma das residências oferecidas, movimentos sociais do campo e movimentos estudantis. Por conta da grande diversidade dos atores envolvidos, com histórias, interesses e perspectivas de mundo por vezes bastante distintas, tal horizontalidade constitui, obviamente, um desafio

gigantesco. Contudo, não é possível aceder-se ao tipo de formação que se está buscando oferecer – dialógica e formadora de profissionais educadores – se não se buscar enfrentar tal desafio (cf. Costa, 2011, p. 9-11).

Em 2015, as iniciativas de residência agrária contavam com 35 cursos em andamento no país e um total de 1500 estudantes participantes⁶⁶.

4.4.2.3   *Avanços e limites dessas iniciativas*

A incorporação de estágio de vivência à estrutura curricular dos cursos, articulando-o organicamente com as disciplinas que os compõem, parece ser o melhor dos mundos de uma formação para a tecnologia social. É isso que levará Silva *et al.* (2014) a proporem que, no nível das graduações,

[s]e ponha a extensão rural não só como uma disciplina, mas como parte integrante e fundamental do curso. A qual seria modular, e em cada bloco de disciplinas realizar-se-ia um estágio de extensão em uma comunidade, ou organização social rural. Ou, a exemplo do que ocorre com os médicos, deve ocorrer uma espécie de residência em extensão rural (p. 12).

Os autores propõem isso para as graduações em agronomia. Mas a mesma prática vivencial e de imersão seria facilmente expansível para todos os cursos técnicos, com pequenas adaptações pontuais.

As duas experiências brevemente analisadas nesta seção, de fato, não deixam dúvida de que as habilidades do engenheiro educador – empatia, capacidade de dialogar, senso crítico e abertura para aprender – são grandemente praticadas nesse formato de educação profissional. Tais iniciativas, além disso, não apenas permitem (ou podem permitir) o exercício de construção de tecnologia social, como tendem a transbordar para, ou contagiar, o âmbito da pesquisa. Dessa forma, elas acabam por conduzir esse paradigma extensionista⁶⁷, ou seja, essa profunda abertura, sensibilidade e compromisso com as

---

⁶⁶ Cf. MST (<http://www.mst.org.br/2015/08/12/congresso-debate-relacao-entre-educacao-do-campo-e-reforma-agraria.html>) (Acessado em 19/abr/2016)

⁶⁷ Entendido aqui como “comunicação”, no binômio freiriano comunicação x extensão.

demandas da sociedade, mormente de seus segmentos mais despossuídos, para todas as três atividades básicas da universidade (pesquisa, ensino e extensão).

Não obstante, algumas dificuldades se apresentam aqui também. Elas se radicam, no geral, em um tipo de conversão paradigmática (*à la* Kuhn) que tal formação organicamente engajada com a educação de engenheiros educadores demanda dos professores. Isso porque, diferentemente das propostas até aqui apresentadas, tanto de extensão formativa quanto de ensino, que eram muito mais delimitadas, podendo contar com o suporte ou a promoção dos militantes ou defensores da tecnologia social existentes na instituição, uma transformação mais ampla, que engloba a (quase) totalidade do curso – e de seus docentes! –, pode ser não implementável na prática, justamente porque pode não contar com a adesão de parte significativa do professorado.

Isso está presente mesmo nas Residências Agrárias analisadas por Maria Inês Costa (2011). Nelas, ainda que a adesão ao processo tenha sido absolutamente voluntária, houve incompatibilidades sérias na prática pedagógica e na concepção de pesquisa de vários dos docentes (cf. p. 9). Isso mostra o quanto a transição para uma prática dialógica efetiva e para uma perspectiva de pesquisa sensível ao contexto, como o diria Lacey, é coisa séria e passo que, para pessoas criadas no mundo hegemonicamente governado pela tecnocracia capitalista, apenas a duras penas se consegue dar (quando se consegue).

É por essa razão que se pode dizer que, para que possamos nos aproximar do ideal de uma universidade aberta para as causas e necessidades populares (no âmbito agrário/rural), e comprometidas com elas,

[a] academia necessita se banhar na lógica sobrevivente do camponês, na lógica cooperativa que o faz resistir na terra e, a partir dessa vivência, somada ao conhecimento científico acumulado, elaborar propostas, junto com os agricultores e agricultoras, de viabilidade econômico-financeira, de melhoria de vida, de vitalização da sócio-economia solidária, movimentando mercados excluídos e explorados: camponês, extrativista, da pesca artesanal, e tantos outros (Costa, 2011, p. 11).

4.4.3 Projeto universitário alternativo

Por fim, o terceiro tipo de proposta de ensino é aquele que estamos chamando aqui de projeto universitário alternativo. Nele, com maior ou menor sucesso, o esforço por conectar e comprometer a universidade com as necessidades sociais do seu entorno é de algum modo assumido e institucionalizado em todos os cursos que ela oferece, nem que seja como uma espécie de carta de intenções aberta a disputas e reconstruções ao longo do desenvolvimento da instituição.

4.4.3.1 Universidade Federal de Santa Catarina – campus Blumenau

Uma iniciativa que busca se aproximar dessa perspectiva é relatada por Linsingen (2015), com respeito à criação do *campus* de Blumenau da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que entrou em operação no começo de 2014. Na constituição do *campus* e estruturação dos currículos dos cursos a serem inicialmente oferecidos, buscou-se responder às necessidades efetivas do seu entorno, o Vale do Itajaí. Foi assim que, em uma região cuja atividade econômica está fortemente relacionada com o setor têxtil, a engenharia têxtil se impôs como prioridade. Disso e de outros aspectos específicos da região, chegou-se à conclusão de que a engenharia de materiais e a de controle e automação constituiriam os outros dois bacharelados a serem oferecidos pelo *campus*⁶⁸. Já com relação às licenciaturas, concluiu-se que, por conta das três engenharias escolhidas, elas deveriam ser inicialmente matemática e química, deixando-se em aberto a futura implementação das também necessárias licenciaturas em física e biologia (cf. Linsingen, 2015, p. 309).

Linsingen, que participou ativamente do processo de constituição desse *campus*, buscou assegurar um enfoque CTS ao currículo dos cursos oferecidos aí. Isso passaria não apenas pelas disciplinas da área, obrigatórias nos cinco currículos, como pela existência de um dos três eixos constitutivos do *campus*, que seria o do *desenvolvimento regional e interação social*. Estão referidos a esse eixo os professores das disciplinas de ciências

---

⁶⁸ Por determinação do MEC, o novo *campus* deveria oferecer três bacharelados e duas licenciaturas.

humanas e sociais aplicadas, que ministram as matérias CTS para os cinco cursos. Eles atuariam transversalmente com relação aos outros dois eixos, o de *formação tecnológica* (ao qual se ligam os bacharelados em engenharia e os professores responsáveis pelas disciplinas técnicas deles) e o de *educação, ciência e tecnologia* (ao qual se vinculam as licenciaturas e seus respectivos professores) (cf. Linsingen, 2011, p. 309-11)

Embora sem cursos definidos para a fase inicial, este [terceiro] eixo deve resolver em parte a questão das interfaces entre os cinco cursos, propor e organizar as atividades de interação social, incentivar as relações de cooperação entre os grupos sociais, setores econômicos/produtivos e a comunidade em geral e planejar estratégias de interação a partir de ideias de ação colaborativa e diálogo de saberes (Linsingen, 2015, p. 311).

Linsingen entende que a forma como os três eixos estão estruturados garantirá que o enfoque CTS não se restringirá apenas às disciplinas da área. Isso porque

[a] proposta, ao estabelecer uma articulação formal e efetiva entre os eixos de formação tecnológica e de desenvolvimento regional e interação social, promove alterações substantivas no modo de estruturar as disciplinas técnicas, notadamente as de introdução à engenharia [...], do mesmo modo que cria as condições para uma definição colegiada interdisciplinar dos estágios curriculares, trabalhos de conclusão de curso e demais atividades extracurriculares, que repercutirão na formação mais ampla do engenheiro e na percepção ampliada de seu campo de atuação. Nesse sentido, a definição das atividades, assim como dos locais onde serão desenvolvidas, passa a ser tarefa do coletivo de atores do centro de ensino, nesse caso, da comissão interdisciplinar composta por professores dos três eixos estruturantes (Linsingen, 2015, p. 314).

Ou seja, a estruturação proposta busca munir certos atores do processo acadêmico, usualmente pouco escutados e com pouca força, com maior poder nas decisões. Isso – essa é a aposta – permitiria que, no avançar e amadurecer do novo *campus*, sua vocação inicial, de sintonia e abertura para as necessidades do seu entorno (o Vale do Itajaí), concorreria também para reforçar o seu compromisso com a tecnologia social (e a formação de engenheiros educadores), para além do compromisso com as soluções técnicas convencionais (ou hegemônicas) que certamente serão demandas.

4.4.3.2   *Universidade Federal do Cariri*

Um segundo exemplo desse tipo de proposta é o da Universidade Federal do Cariri (UFCA), no semiárido cearense, criada em 2013 a partir da articulação de alguns *campi* originalmente pertencentes à Universidade Federal do Ceará (UFC). Sua perspectiva é a de, assim como no *campus* de Blumenau da UFSC, inserir-se na região e desenvolver-se de acordo com as necessidades efetivas identificadas nela. Tal identidade se configurou não apenas a partir de aspectos legais ou teóricos, mas principalmente pelo histórico próprio da universidade. Um primeiro elemento, nesse sentido, foi a estrutura original do *campus* avançado da UFC no Cariri, bastante menos rígida e setorizada do que a média das universidades brasileiras, o que permitiu “que servidores técnicos e docentes pudessem atuar juntos e de forma flexível em diversas ações de ensino, pesquisa e extensão universitária” (Nascimento *et al.*, 2015, p. 6). Isso fez com que, quando os grupos de trabalho para a constituição da nova universidade foram constituídos, já houvesse vários atores internos e externos à instituição empoderados, e que jogaram um papel importante na configuração dela. Além disso, sempre houve e segue existindo uma motivação de boa parte dos cursos oferecidos pela universidade para utilizar a contextualização do ensino como mecanismo de maior aproximação com a realidade local (cf. Nascimento *et al.*, 2015, p. 6-7).

Essa concepção de universidade que se volta para o seu entorno de modo a subsidiá-lo com o conhecimento de que necessita para que possa se desenvolver (de forma justa e sustentável) é algo recente. Ela de certa forma coincide com a progressiva mudança de percepção do território do próprio semiárido nordestino, no qual a seca que lhe é característica passa a ser enxergada menos como calamidade a ser banida, e mais como condição natural previsível, com a qual se pode aprender a viver de maneira (mais) harmoniosa. É assim, então, que pode surgir algo como o Instituto de Estudos do Semiárido (IESA), de caráter bastante interdisciplinar e com grande sensibilidade ao saber popular e à tecnologia social, ao qual se vinculam os cursos de História e Gestão Pública. Sua pergunta fundante é a de “como proporcionar a convivência com o Semiárido a partir da atuação da universidade?” (Nascimento *et al.*, 2015, p. 7). E de modo a respondê-la ou encaminhá-la de

forma apropriada, não apenas uma grade curricular adequada é assegurada⁶⁹, como projetos de ensino, pesquisa, extensão e cultura apropriados são desenvolvidos⁷⁰ (cf. Idem, p. 7-10).

Além disso, o IESA conta com dois grupos de pesquisa e extensão que “dão suporte teórico-metodológico à universidade no tocante à execução de ações voltadas prioritariamente para o Semiárido: o Observatório de Políticas Públicas para Territórios (OPPTE) e o Laboratório de Estudos Avançados em Desenvolvimento Regional do Semiárido (LEADERS)” (Nascimento *et al.*, 2015, p. 10).

Assim, o novo que a UFCA traz ou busca trazer com respeito à média das universidades públicas nacionais é a desconstrução dos muros da universidade, de sorte que as questões próprias dos territórios em que ela se encontra – econômicas, políticas e sociais –, que se relacionam àquilo que Freire chamaria de empoderamento ou libertação do oprimido e a subsequente construção de um novo mundo possível, constituam tema e balizas para a sua própria atuação, nos âmbitos do ensino, pesquisa, extensão e cultura. Supera-se (ou se busca superar), com isso, ademais, a fragmentação disciplinar clássica, assim como uma educação superior unicamente voltada à formação dos quadros que a tecnocracia capitalista hegemônica necessita ou requer (cf. Nascimento *et al.*, 2015, p. 11).

---

⁶⁹ A grade curricular de gestão/administração pública, por exemplo, conta com disciplinas como História dos Territórios Brasileiros, Técnicas e Saberes Sertanejos, Agricultura Familiar e Segurança Alimentar, Gestão Social e Economia Solidária, Desenvolvimento Regional e Sustentável I e II, Educação para a Sustentabilidade (cf. Nascimento *et al.*, 2015, p. 9).

⁷⁰ “a) Projeto de Pesquisa: “Só deixo o meu Cariri no último pau-de-arara”: O estudo de caso da UFCA a partir da recepção dos seus alunos egressos, que tem como objetivo entender como os egressos da universidade a enxergam sobre sua atuação no desenvolvimento territorial caririense;

b) Projeto de Extensão: Diálogos sobre o Patrimônio, que discute, com a comunidade, temas pertinentes às relações sociais com as mais diversas formas de patrimônio em um contexto interdisciplinar (Figura 04);

c) Projeto de Ensino: Entre Roteiros, Enredos e Personagens: A Monitoria de Produção Textual na Busca pela Excelência do Curso de História da UFCA, atrelando as disciplinas de Produção Textual e Introdução à Sociologia para o ensino e aprendizagem da leitura e escrita de textos contextualizados com a perspectiva local;

d) Projeto de Cultura: Contos e Crônicas do Sertão: Um Resgate da Memória Sertaneja, que produzirá contos e crônicas a partir da história oral local.” (Nascimento *et al.*, 2015, p. 10)

4.4.3.3 *Universidade Federal da Bahia – campus Camaçari*

Por fim, em estágio diferente em relação aos outros dois casos, poderíamos citar o exemplo do *campus* Camaçari da Universidade Federal da Bahia (UFBA), que está em vias de implementação. Lá, em modelo que em muitos pontos se assemelha ao que se tem na UFABC, por exemplo, serão oferecidos um bacharelado em ciência, tecnologia e inovação (BCTI), com duração de três anos, além de cinco cursos de engenharia (materiais, energia, automotiva, controle e automação, e computação), cujos três primeiros anos coincidirão com o BCTI (cf. PP-BCTI, 2015).

Em diversos pontos do projeto pedagógico do bacharelado, encontram-se elementos bastante afinados com uma perspectiva de formação para a transformação social. É o caso, por exemplo, do oitavo princípio norteador do curso: “[p]romover ações buscando construir a igualdade racial, a igualdade de gênero, o respeito à diversidade sexual e o respeito à diversidade religiosa, desenvolvendo uma sociedade mais justa, igualitária e solidária” (PP-BCTI, 2015, p. 5-6). Algo semelhante se encontra também, algumas páginas à frente, na definição do objetivo geral do BCTI.

O objetivo do BCTI é formar o ou a estudante para atuar com pesquisa, gestão e consultoria nas áreas de desenvolvimento científico e tecnológico, buscando a superação das desigualdades sociais, raciais e de gênero. Também poderá atuar na realização de tarefas e na solução de problemas relacionados à sua área de atuação e atender a funções de natureza estratégica, requeridas na geração de novos conhecimentos, e nos processos de produção e serviços, seja na área tecnológica, ambiental ou de sustentabilidade (PP-BCTI, 2015, p. 12 – grifo nosso).

Desse objetivo geral, desenvolvem-se quatro objetivos específicos, um dos quais é:

Desenvolver questões e temas de cunho epistemológico, histórico e social que estimulem a capacidade crítica do e da estudante no exercício da atividade profissional e da cidadania (Idem, p. 13).

Seja como for, a impressão que o documento passa, e que é confirmada pelo relato de alguns atores envolvidos nesse processo de construção do curso, é a de que tal sensibilidade social figura muitas vezes como elemento estranho ao sentido geral da proposta, muito mais afinada com a perspectiva hegemônica de formação em engenharia para a produção de tecnologia convencional. De todo modo, tais excertos não apenas indicam a existência de forças contra-hegemônicas buscando incidir na implementação do

novo *campus*, como, além disso, abrem brechas nos documentos fundantes do BahiaTech (como o *campus* de Camaçari também está sendo chamado), que podem ser de grande importância em passos ulteriores de seu desenvolvimento ou consolidação, no sentido de fazê-lo incorporar elementos da formação do engenheiro educador.

4.4.3.4   *Avanços e limites dessas iniciativas*

O passo que este terceiro tipo de proposta de ensino dá, no que concerne à garantia de espaço ou condições para a abertura e o compromisso da universidade com as causas sociais efetivas ou mais urgentes do seu entorno, parece evidente. Ele, por assim dizer, pavimenta o caminho para que temáticas como a da tecnologia social não sejam tão facilmente tomadas como ideologia obscurantista ou neoludista, nos inevitáveis embates com os defensores do *status quo* tecnocrático. Esse, com efeito, parece ser o seu maior ganho, conferir um pouco mais de voz, poder ou fundamento para os defensores de uma outra ordem sociotécnica possível – e que requer profissionais e conhecimento técnico-científico capazes de subsidiá-la.

Contudo, como a breve análise desses três casos mostra, isso é basicamente tudo o que se pode garantir, maior poder de barganha. No caso, por exemplo, da UFCA, ao se analisar o seu curso de Engenharia Civil (cf. PP – Engenharia Civil, 2007), por exemplo, percebe-se que muito ou quase tudo da interdisciplinaridade, da sensibilidade social e do compromisso com as pautas dos territórios presentes ou assumidos no IESA está praticamente ausente aí. Talvez o grande diferencial de espaços como o Instituto de Estudos do Semiárido, para além daquilo que veio a se tornar a identidade oficial da universidade, está na configuração específica de forças que se logrou obter lá, uma que permitiu às pautas progressistas uma proeminência ou dominância, diante das pautas tradicionais de manutenção do *status quo*.

Algo semelhante estaria presente no *campus* de Blumenau da UFSC, de acordo com relato oral de Linsingen, que não apenas esteve na concepção do *campus*, como o dirigiu em seus primeiros anos de existência.

Assim, o valor maior desse tipo de iniciativa não está diretamente relacionado com a garantia em se desenvolver uma, algumas ou todas as qualidades não técnicas do engenheiro educador, em se produzir tecnologia social, em se prover formação teórica crítica ou em se comprometer o ensino e a pesquisa com uma extensão vinculada ao processo de escuta e de empoderamento dos grupos populares. Seu maior valor é o de se garantir parte das condições de possibilidade para que tudo isso possa ter lugar, que é a de que tais pautas sejam não apenas enunciáveis no seio da universidade, como os atores que as encampam contem com (mais) força política para que, ainda que dentro de certos limites, consigam fazê-las avançar.

Ou seja, os projetos pedagógicos inovadores, ao menos aqueles a que tivemos acesso, representam menos a consolidação da universidade que estamos buscando aqui, e mais uma maior potencialização para que tal instituição possa vir à luz. Eles, por essa razão, não prescindem da luta política no interior da universidade, para que ela se torne aquilo que pode vir a ser, mas tentam, na verdade, conferir uma menor discrepância de poder às forças ou pautas em disputas nela.

4.5 Espaços de sensibilização, mobilização e atuação

Na pesquisa que se empreendeu para este capítulo, a última instância concreta de formação, hoje, para a tecnologia social, no âmbito de atuação não rural da engenharia brasileira, seriam espaços de sensibilização, mobilização e atuação, que fundamentalmente se vinculam ao, ou se originam a partir do, Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social (ENEDS).

4.5.1 ENEDS e EREDS

O ENEDS surge em 2004, ainda sem pretensão nacional, chamando-se Encontro de Engenharia e Desenvolvimento Social (EEDS). O evento, que foi concebido e organizado pelo nascente Soltec, buscava “refletir sobre formas de atuação da engenharia capazes de

contribuir na melhoria da qualidade de vida da população” (Addor *et al.*, 2015, p. 57). Em sua primeira edição, o público participante foi composto majoritariamente por estudantes e pesquisadores das engenharias, e por pessoas provenientes da região Sudeste do país (cf. *idem*, p. 58).

Com o passar do tempo e a sucessão das edições anuais do encontro, não apenas o público tendeu a se nacionalizar e a não se restringir apenas a estudantes e profissionais ligados aos cursos de engenharia, como a proposta do evento foi amadurecendo e se consolidando. É assim que, no projeto do VII ENEDS (2010), ocorrido em Teófilo Otoni, na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, diz-se:

O ENEDS, Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social, é um evento que se propõe a pautar a Engenharia e a formação dos estudantes através de conceitos como sociedade, sua organização e a produção tecnológica, [com o objetivo de promover] o desenvolvimento social, algo que até então não [contava com] expressividade na academia de forma mais sistemática.

Dessa forma, [o ENEDS] lança um novo conceito de desenvolvimento para a sociedade. O evento reúne estudantes de graduação das Engenharias e áreas afins, professores, pesquisadores, gestores públicos, empreendedores solidários, políticos e membros do Estado no esforço [por] questionar as bases científicas do modelo de desenvolvimento atual que influem diretamente nas pesquisas e [na] formação [em] engenharia nas universidades e centros de pesquisa do país (VII ENEDS, 2010, p. 3).

De modo, porém, a não apenas se questionarem os dogmas da tecnologia convencional (ou hegemônica) e de se apresentarem casos exitosos de tecnologia social, mas também como forma de já ir formando os participantes para o papel de engenheiros (ou profissionais) educadores que esta última forma de tecnologia requer, a organização e a condução do evento, por exemplo, são realizadas dialogicamente pelos estudantes da instituição sede, com o suporte, quando requerido, de um grupo de referência nacional, que conta com histórico de longa participação no ENEDS. Ao menos parte dessa equipe organizadora, entretanto, precisa ter participado de alguma edição anterior do encontro, seja no nível nacional, seja no regional (EREDS), de sorte a ser capaz de seguir com a mesma metodologia e o mesmo horizonte ideológico básico.

A estrutura do encontro, que costuma durar dois ou três dias, conta usualmente com palestras, mesas redondas, minicursos, sessão de apresentação de artigos, plenárias e

atividades culturais. Todas elas, de um modo ou de outro, tentam dialogar com o tema do encontro, que varia de edição para edição:

ANO	LOCAL	TEMA
2004	UFRJ	Engenharia e desenvolvimento social: elaboração, monitoramento e avaliação de projetos solidários.
2005	UFRJ	Tecnologia e desenvolvimento social e solidário.
2006	UFRJ	A tecnologia na geração de trabalho e renda no Brasil.
2007	UFRJ	Outra universidade, outra economia.
2008	USP	Os impactos da engenharia e os limites da sustentabilidade.
2009	UNICAMP	O que a engenharia tem a ver com desenvolvimento social.
2010	UFJVM	Troca de saberes entre os Vales e o Brasil.
2011	UFOP	O desenvolvimento tecnológico e social do ponto de vista do trabalho.
2012	UFRN	O Brasil que se quer e os caminhos que se trilham.
2013	UFRJ	Engenharia para ver com os olhos do outro.
2014	IFPA/ Castanhal	Repensando a tecnologia e a sustentabilidade da Amazônia.
2015	UFBA	Por trás de cada tecnologia, há sempre uma ideologia.
2016	UFSC	Quem faz a tecnologia?
2017	UNIFEI	Movendo outras engrenagens.

Com respeito aos artigos apresentados nas sessões destinadas para isso, eles são articulados em eixos temáticos. Esses eixos variaram ao longo das edições, mas tenderam a orbitar em torno daquela que é a tipificação deles para a edição de 2016 do encontro⁷¹:

TECNOLOGIAS E INOVAÇÕES SOCIAIS. Essa temática envolve os diversos eixos ligados à inovação e tecnologia, tais como: tecnologias sociais, habitacionais, ambientais, assistidas, desenvolvimento de softwares livres, inovações tecnológicas para a educação transformadora. Aborda também a discussão de ações e projetos de engenharia voltados para o desenvolvimento social e/ou solidário, práticas em agroecologia e permacultura.

ECONOMIA SOLIDÁRIA, TRABALHO E GESTÃO. Essa temática envolve as relações de trabalho em ambientes organizacionais, gestão, processos de trabalho, entre outros. Considera o poder de transformação das ações coletivas, reorganização da produção, relações sociais fundamentais na solidariedade, autogestão, empresas recuperadas por trabalhadores, redes e cadeias produtivas solidárias, finanças solidárias, comércio justo, consumo consciente e outras formas de atividades econômicas populares.

ENERGIA, MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. Essa temática envolve a discussão de modelos energéticos, da matriz energética nacional, fontes alternativas e das estratégias de desenvolvimento energético sustentável. Reflete de forma crítica sobre o consumo excessivo de combustíveis fósseis, assim como sobre as fontes renováveis de energia (hidrelétricas, fotovoltaica, eólica, biomassa etc.). Aborda as questões relacionadas ao meio ambiente, território, povos originários e tradicionais e impactos sociais e ambientais de empreendimentos. Trata da relação homem e natureza e práticas que visam à sustentabilidade.

FORMAÇÃO NA ENGENHARIA, EDUCAÇÃO E DIVERSIDADE. Essa temática envolve questões e reflexões ligadas ao campo de atuação e formação profissional em engenharia e o conhecimento adquirido na universidade. Aborda o modelo e ambiente de ensino, metodologias, multidisciplinaridade e práticas educacionais. Discute sobre as questões relacionadas às formas de refletir e abordar o combate às opressões de gênero, de classe, de sexualidade, de etnias e outros, no campo profissional e acadêmico da Engenharia.

UNIVERSIDADE E POLÍTICAS PÚBLICAS. Essa temática envolve questões relacionadas ao papel das políticas públicas para [a] transformação e [o] desenvolvimento social. Envolve questões como modelos de iniciativas de caráter popular no âmbito local, regional e global. Aborda construções de políticas públicas para a sociedade, no contexto da habitação, mobilidade urbana, agricultura, alimentação e outros. Discute o modelo de universidade e o seu papel como polo de transformação social. Discute a pesquisa e as iniciativas de extensão universitária como práticas estratégicas para o desenvolvimento social.

---

⁷¹ cf. <http://eneds.net/artigos/> (Acessado em 25/abr/2016)

ESTUDOS TECNOLÓGICOS, DESENVOLVIMENTO E SOCIEDADE. Essa temática envolve as questões relacionadas à tecnologia e sociedade, estudos epistemológicos, engenharia e tecnologia para o desenvolvimento social, ciência, dependência tecnológica, desenvolvimento nacional, globalização, papel da tecnologia e da técnica na sociedade, abordagens históricas, neutralidade da técnica e da ciência, filosofia da tecnologia.

A proposta fundamental do ENEDS é, desse modo, ao menos dupla. Por um lado, almeja-se conquistar estudantes de graduação para os quadros da tecnologia social, provendo, ainda que de forma bem elementar, rudimentos de formação para isso. Por outro, busca-se consolidar um espaço de encontro e trocas para pesquisadores e militantes da área, de modo a não só se aceder a um adensamento na reflexão sobre engenharia e desenvolvimento social, como de gestar e produzir subsídios para políticas públicas relacionadas à área tecnológica, consolidando-se, além disso, um grupo de pressão que ajude a fazer avançar tais pautas, e que seja tão coeso e forte quanto possível (cf. XII ENEDS, 2015).

Dois desdobramentos interessantes advêm da tomada de consciência ou consolidação dessa dupla vocação do encontro. O primeiro deles foi a constituição dos Encontros Regionais de Engenharia e Desenvolvimento Social, iniciada em 2011. A ideia com eles é principalmente a de aumentar a capilaridade da proposta, tornando o evento acessível (por questões de custos e distâncias menores) a mais estudantes, assim como mais sensível a temáticas regionais particularmente importantes. Idealmente, tais encontros anuais deveriam acontecer, nas cinco macrorregiões geográficas do país, antes do encontro nacional, funcionando como uma espécie de preparação e sensibilização/convite dos neófitos para o ENEDS.

4.5.2 Repos

O outro desdobramento, que ainda é embrionário, é a Rede de Engenharia Popular Oswaldo Sevá (Repos), surgida oficialmente na assembleia de encerramento do XI ENEDS (2014). Ela emerge da confluência de dois conjuntos distintos de demandas. Por um lado, ao longo das edições do ENEDS, algumas questões surgiram da parte de muitos que se aproximavam, pela primeira vez e por meio dele, da problemática do desenvolvimento

social. Para esses participantes, no geral não ligados a um trabalho de extensão tecnológica e/ou na iminência de se formarem (e, com isso, tendo que se haver com o tipo de atuação profissional que iriam escolher para si), o ENEDS (cf. Fraga *et al.*, 2017):

1. Era um espaço de sensibilização, mas que não aprofundava tanto na reflexão ou capacitação para o trabalho no campo da engenharia e desenvolvimento social;
2. Apresentava várias possibilidades de atuação junto a movimentos sociais, mas não provia os meios de dar prosseguimento a isso;
3. Era um momento de euforia, mas que era insuficiente para ajudá-los a atuar no campo EDS, nos intervalos entre os encontros, quando a empolgação/motivação, por não ser cultivada, morria; e/ou
4. Era um tempo estimulante para pensar e atrair para a atuação extensionista, mas que esbarrava na barreira de, nas universidades de origem de muitos desses participantes, não haver qualquer professor ou núcleo a orientá-los, acompanhá-los ou acolhê-los.

Tais ponderações representavam, na verdade, muito mais o êxito do que o fracasso dos ENEDS. Elas, entretanto, demandavam algo a mais, um desdobramento ainda não existente do campo EDS.

Por outro lado, e talvez ainda mais preponderante para a conformação do passo que se veio a dar, havia, internamente ao grupo de referência dos ENEDS, na assim intitulada Comissão Nacional (CN), um movimento duplo, e que apontava em uma mesma direção. De uma parte, sobretudo a partir do 10º ENEDS, a CN foi se dando conta da necessidade de se aproximar e se envolver mais ativamente com os movimentos sociais. A percepção que foi sendo consolidada, ainda que ela já estivesse tacitamente presente desde o começo, era a de que só fazia sentido o tipo de desenvolvimento social que se advogava, passível de ser empreendido por engenheiros educadores, se ele fosse construído na interlocução inegociável com atores sociais mobilizados, os movimentos sociais (cf. Fraga *et al.*, 2017).

De outra parte, havia também um debate acerca da necessidade de se institucionalizar a CN, de modo a que ela, de posse de um CNPJ, pudesse, por exemplo, concorrer a editais de eventos e ter mais capacidade de gerir recursos para os ENEDS e

EREDS. Além disso, uma vez constituída em associação científica, a comissão nacional poderia buscar mais espaço e visibilidade para o campo EDS, ao menos no meio acadêmico.

É da confluência desses dois conjuntos de demandas que se delineia e se funda a Repos, que se define nos seguintes termos⁷²:

A Repos se encontra em construção e tem como um dos seus elementos centrais a ação, pois consideramos que a prática e a reflexão, a partir do concreto/material, fazem a organização. Buscamos, com isso, reconhecer e valorizar as particularidades locais, sem perder as dimensões globais que nos unem em uma luta maior, contextualizadas pelos princípios de: (i) educação Popular; (ii) autogestão; (iii) justiça social e ambiental; (iv) feminismo, antirracismo e contra LGBTfobia; (v) cuidado com a vida; (vi) valorização da cultura em sua diversidade; (vii) reconhecimento e diálogo entre os diversos saberes (populares, tradicionais, acadêmicos, das diferentes disciplinas).

Além disso, seus objetivos são:

[...] articular a engenharia para dialogar com as lutas dos movimentos sociais, grupos populares e trabalhadores(as) organizados(as). Dessa forma, partindo de nossos princípios, pretendemos auxiliar esses movimentos no desenvolvimento e readequação de processos e tecnologias de produção e comunicação, a partir do conhecimento da engenharia, contextualizado com as questões sociais, políticas, culturais, ambientais e econômicas específicas de suas realidades.

Temos clareza de que as tecnologias não são neutras, pois foram concebidas dentro do sistema capitalista e trazem seus valores em sua concepção. Assim, para que as tecnologias possam caminhar junto com a luta desses movimentos, elas devem ser concebidas a partir dos valores, crenças, expressões culturais, formas de organização e cultura política desses movimentos, sempre com o cuidado à vida e respeito ao meio ambiente.

Em termos práticos, a Repos tem se mobilizado hoje para “criar materiais de divulgação sobre a engenharia popular; criar um curso semi-presencial para formação/orientação de estudantes de engenharia que queiram atuar com movimentos sociais; e analisar as possibilidades de mudança das grades de cursos de engenharia no país, de modo a ter elementos para refletir sobre como transformar ou aproximar currículos tradicionais e tecnocráticos em/de uma perspectiva popular e solidária” (Fraga *et al.*, 2017).

---

⁷² Cf. www.repos.net.br

4.5.3 Avanços e limites dessas iniciativas

São inegáveis os impactos potenciais que encontros como o ENEDS e o EREDS podem ter sobre muitos estudantes. O grupo, por exemplo, que começa a se articular na Repos conta com membros que foram originalmente cativados pela perspectiva da tecnologia social em algum desses eventos. Por causa de sua própria organização – mais horizontalizada – e da sua estrutura – que mescla formação acadêmica com participação democrática, convivência e atividades culturais –, esses encontros, de fato, tendem a ter um apelo forte para muitas mentes e corações que sonham com a transformação desse mundo (ainda tão) injusto em que vivemos.

Contudo, no nível da sensibilização dos graduandos, é apenas isso o que esses encontros são ou podem ser, disparadores de um processo que, para vir a dar o fruto que se almeja – a adesão à causa da tecnologia social –, vai requerer aprofundamento e capacitação em outros espaços. Tal coisa pode eventualmente vir a ser o caso com a Repos. Por ora, entretanto, essa rede é mais um sonho (em vias de concretização), do que propriamente uma realidade.

No que tange à constituição e ao adensamento da reflexão sobre engenharia e desenvolvimento social, a criação do ENEDS parece ter oferecido oportunidade até então inexistente no Brasil, no âmbito da atuação não rural da engenharia, para que pesquisadores e militantes ou profissionais atuantes na área pudessem se encontrar e começar a pensar, juntos, sobre as questões e os temas que são caros e específicos a ela. E isso está longe de ser um produto secundário ou desimportante.

Entretanto, a tirar, por exemplo, pela qualidade dos trabalhos apresentados nas exposições orais dos ENEDS, ainda há muito a caminhar nesse quesito. No geral, e em estudo que começa a ser aprofundado atualmente (cf. Alvear *et al.*, 2017), ainda que se encontrem, por exemplo, relatos de experiências interessantíssimas em todos os eixos temáticos, e com resultados bastante promissores, o rigor teórico das análises, quando existente, não raro deixa muito a desejar. Mesmo o uso de conceitos básicos da área, como “tecnologia social”, “engenheiro educador” e “desenvolvimento social”, parece ser muitas vezes bastante desuniforme ou menos cuidadoso que o possível (ou desejável). Isso sugere que o campo

teórico, que é fundamental para a assertividade de análises e propostas (de políticas públicas, p.e.) e para a coesão e consistência da área, tem muito a se desenvolver ainda.

4.6 Síntese possível

Antes de procedermos à exposição da síntese que, por ora, conseguimos estabelecer acerca das estratégias à nossa disposição para avançarmos na formação do engenheiro educador, é preciso explicitarmos algumas ressalvas. Em primeiro lugar, como se falou em outra parte, não se tentou fazer aqui um exame exaustivo de todas as iniciativas de algum modo relacionáveis à formação para a tecnologia social em curso hoje no Brasil. O que se buscou, com os casos apresentados, foi sobretudo ilustrar modos possíveis de nos havermos com os múltiplos aspectos de uma formação em engenharia que capacite para a tecnologia social. De igual modo, a opção por nos atermos apenas aos anais do ENEDS e do COBENGE (pós ano 2000), decerto restringiu significativamente o nosso espaço amostral, uma vez que outras possíveis bases de informação – como os anais do ESOCITE, os fóruns de debates/trocas relativos à atuação rural da engenharia, e revistas em alguma medida ligadas à temática de formação em engenharia – foram descartadas.

No fundo, o que apresentamos neste capítulo aproxima-se, uma vez mais, de um esboço de projeto de pesquisa sobre formação em engenharia para a tecnologia social no Brasil, do que de uma descrição cabal sobre ela. Não apenas novas fontes precisam ser buscadas e novas iniciativas estudadas, como os casos precisam ser analisados em maior profundidade, permitindo-nos, por exemplo, pensar em indicadores de impacto efetivo de tais propostas tanto na formação dos estudantes, quanto nas realidades populares com as quais se trabalha ou trabalhou.

Seja como for, e cientes de que aquilo que se passa a dizer terá inevitavelmente um caráter em algum sentido não desprezível apenas provisório, aproximativo, acreditamos que alguns princípios ou máximas possam ser assumidos como horizontes de ação por aqueles empenhados em prover uma educação tecnológica tão próxima quanto possível daquela requerida para a tecnologia social.

*****

Aquilo que nos dávamos como tarefa neste capítulo era, percorrendo iniciativas de alguma forma relacionadas à formação do engenheiro educador levadas a cabo no Brasil, sondar suas fragilidades e fortalezas no tocante às características ou habilidades não técnicas que havíamos identificado no primeiro capítulo: empatia para com os grupos populares com os quais se vier a trabalhar; capacidade de efetivamente dialogar com eles; senso crítico tanto para ser capaz de refletir a partir de sua prática (a práxis), quanto para, enxergando nos membros do grupo sujeitos capazes de atuar ativamente em sua própria libertação, contribuir para que ela aconteça; e abertura para aprender com aquilo que os resultados refletidos da sua ação, assim como o saber popular, revelarem-lhe de novo sobre o mundo. Ao lado disso, e de modo a capacitar os engenheiros educadores à pesquisa-ação (ou alguma metodologia participativa equivalente) e à educação popular que ela pressupõe, conceitos fundamentais das humanidades também precisariam ser desenvolvidos.

Disso parece redundar quase que imediatamente que o contato com os grupos populares e suas necessidades ou urgências seja algo absolutamente fundamental em uma formação para a tecnologia social. É na perspectiva desse contato que a extensão, entendida enquanto encontro e compromisso da universidade com as verdadeiras necessidades dos grupos populares, ganha tanta centralidade em boa parte das propostas aqui relatadas. Em termos ideais, parece-nos que esse horizonte ou paradigma extensionista deveria estar na base da formação do engenheiro educador, ao modo como os estágios populares o assumem. Não se trata, evidentemente, apenas de tornar tais momentos de inserção elemento obrigatório na formação do futuro engenheiro. Mas, de maneira mais apropriada, de ter nessas atividades os grandes norteadores ou estruturadores do curso.

É no contexto de um tal paradigma assumido no eixo do ensino (do tripé ensino-pesquisa-extensão) que disciplinas com enfoque CTS, além de se mostrarem mandatórias, poderão produzir o máximo dos frutos que lhes é possível, não apenas na compreensão do nosso tempo e da imbricação entre técnica, valores e ordenamento social, quanto na atuação reflexiva (práxis) que podemos adotar na nossa busca por transformar radicalmente o *status quo* e no provimento de ferramental teórico básico, imprescindível para a pesquisa-ação (ou metodologia participativa equivalente) e a educação popular.

Um curso norteado pelo paradigma extensionista, além disso, demandará práticas pedagógicas adequadas (i.e., dependendo do conteúdo: dialógicas, questionadoras,

participativas e/ou...) e uma estrutura curricular condizente não só com o ideal do engenheiro educador que se busca formar, mas também com a preparação específica que os estudantes deverão ter para poderem atuar adequadamente nos tempos de inserção pelos quais passarão ao longo de sua graduação.

Assumido para o âmbito de todos os cursos, isso que estamos chamando de paradigma extensionista aplicado ao ensino tenderá a redundar em projetos universitários alternativos, isto é, distintos do *mainstream* altamente fragmentado ou setorizado (departamentalização) das universidades tradicionais. (Uma universidade tradicional cujas partes (ou departamentos constituintes) tendem a encontrar dificuldade para dialogar entre si, e que só costuma enxergar as demandas sociais provenientes da tecnocracia capitalista hegemônica.)

Esse tipo de universidade ou curso ideal, no entanto, é menos consequência de um juízo autoevidente (e autorrealizador) da função por excelência da educação superior, e mais o resultado sempre provisório de uma luta entre pautas, interpretações e perspectivas distintas dentro da universidade e fora dela. Dessa forma, dependendo da resultante das forças presentes em cada contexto específico (i.e., departamento, faculdade ou universidade), o ideal aqui apresentado pode ser irrealizável, ao menos inicialmente. Nesses casos, que parecem constituir a regra da grande parte dos cursos de engenharia no país, realizações menos completas ou profundas da formação para a engenharia popular podem não apenas ser o máximo alcançável em determinado momento, como, quem sabe, podem constituir etapas ou vitórias intermediárias a partir das quais conquistas mais amplas e significativas poderão vir a ter lugar.

O que a revisão bibliográfica que se fez neste capítulo nos revela, então, é que essas realizações ou vitórias parciais no aperfeiçoamento da formação em engenharia (com vistas ao perfil pretendido de engenheiro educador) seriam básica ou preponderantemente dos seguintes tipos:

- ENEDS/ EREDS. Incentivar a participação dos estudantes nesses encontros, ou mesmo encorajá-los e apoiá-los na organização do evento em sua própria universidade, pode não representar a formação integral ou profunda que a tecnologia social demanda, mas ao menos terá grande chance de conquistar-lhes o coração e a mente para a causa de uma nova ordem sociotécnica possível;

- **NÚCLEO DE EXTENSÃO.** A constituição de um núcleo ou trabalho de extensão, ou a adesão a trabalhos já existentes pode ser uma outra estratégia para o docente comprometido com o ideal da formação de engenheiros potencialmente educadores. Ainda que tais trabalhos não consigam usualmente atingir todos os graduandos, por meio deles, várias das melhores e mais sensíveis mentes – e corações! – estudantis podem ser atraídas e formadas. E isso, como se viu, repercute ou pode repercutir também na pesquisa;
- **METODOLOGIA PEDAGÓGICA ou ENFOQUE CTS.** Nas disciplinas que ministram, os docentes sempre podem optar também, seja por práticas pedagógicas mais compatíveis com, ou promotoras de, alguma(s) das quatro habilidades descritas por Freire, seja por enfoque contextualizado e crítico do seu conteúdo (quando possível), próprio das abordagens CTS;
- **PROJETO OU MINISTÉRIO POPULAR EM DISCIPLINAS TEÓRICAS ou de EXTENSÃO.** Nada impede, igualmente, que muitas disciplinas encorajem ou exijam dos estudantes projetos práticos de impacto social, inclusive com a necessidade de se escutar a comunidade para a qual tal projeto supostamente serviria, de modo a construí-lo o mais proximamente possível das reais necessidades e demandas do grupo, e em sintonia/diálogo com seus valores, saberes e visões de mundo;
- **ASSOCIAÇÃO COM OUTROS PROFESSORES QUE LUTAM PELA MESMA CAUSA.** Não pouco espaço de manobra subsiste mesmo nas estruturas acadêmicas mais tradicionais. Nelas, por exemplo, disciplinas podem ser oferecidas em conjunto e, nisso, com abordagem mais contextualizada ou crítica, por exemplo. Além disso, pequenos ou grandes projetos departamentais, como a visita a alguma cooperativa autogestionária, uma “semana da tecnologia social” ou um “estágio popular”, podem ser conseguidos ou apoiados;
- **ESTRUTURA CURRICULAR ou IDENTIDADE OFICIAL DA UNIVERSIDADE.** Em algumas situações, e pelas mais variadas razões (como foi o caso com a resolução 11/2002 da Câmara de Educação Superior/Conselho Nacional de Educação), a instituição precisa readequar sua estrutura curricular ou redefinir/refinar sua identidade ou missão oficial. Nesses momentos excepcionais, mas não

exclusivamente neles, os setores que estiverem mais organizados conseguirão fazer avançar mais suas pautas, quaisquer que sejam elas.

Porém, todas essas opções, que não se excluem mas podem se reforçar mutuamente, deveriam ser sempre pensadas, buscadas e assumidas sob duas compreensões distintas, ainda que de certa forma interdependentes: enquanto condição ou possibilidade para o desenvolvimento, mesmo que em certa medida precário, de habilidades necessárias ao engenheiro educador; e como local a partir do qual (novas) adesões para a pauta da tecnologia social podem e devem ser buscadas, entre discentes, docentes e outros atores eventualmente importantes na política universitária, de sorte a que novas conquistas possam ser viabilizadas e, com isso, uma formação (ainda) mais adequada, provida.

Trata-se sempre, então, (também e) inevitavelmente de luta a ser continuamente empreendida. Todos os avanços elencados acima são factíveis, como os exemplos a partir dos quais eles foram elaborados bem o ilustram. Contudo, não apenas os valores hegemônicos da sociedade à nossa volta tenderão a obstruir essa caminhada, como o próprio corpo docente universitário em não poucas vezes fará o mesmo. Desse modo, em algo a cujo respeito nada foi dito neste trabalho até agora, algum grau ou tipo de formação precisaria atingir também os professores, para que eles, como afirmam Kuehn & Bazzo (2004), pudessem se despir não apenas de uma compreensão ingênua da técnica, como do entendimento epistemológico usualmente derivado dessa leitura, de neutralidade e de evolução linearmente cumulativa dela.

Ainda, porém, que essa questão seja altamente pertinente, foge do escopo deste trabalho mergulharmos no tema da formação dos docentes de engenharia. Seja como for, talvez valha aqui algo próximo daquilo que Kuhn (2006 [1962], cap. 11) identificou como processo natural na transição de um paradigma a outro na evolução das ciências da natureza. Para ele, não seria possível algo como a conversão de um antigo cientista – e professor – de um paradigma (como a mecânica newtoniana) para outro (a mecânica relativística, p.e.). Ele não conseguiria deixar de enxergar pato para enxergar coelho, na metáfora que Kuhn traz da *Gestalt* para iluminar o seu entendimento. O que normalmente acontece, ao contrário, é que os mais novos estudantes/ cientistas serão apresentados ao novo paradigma e naturalmente aderirão a ele. Apenas quando essa nova geração houver substituído os professores que seguiam o paradigma anterior, haverá o ensino superado a forma prévia de encarar o mundo segundo aquele aspecto específico.

Semelhantemente, talvez, não seja possível conquistar professores comprometidos com a visão tecnocrática da tecnologia e do ordenamento social por ela engendrado e dela emergente. A esperança que pode nos restar, nesse cenário, residiria nos estudantes que foram conquistados ao paradigma da tecnologia social, quando eles lograrem aceder ao posto de professores universitários. E se esse for efetivamente o caso, a urgência e a importância da formação de engenheiros educadores hoje mostrar-se-ão ainda maiores.

4.7 Considerações finais

Ao longo dos capítulos anteriores, fez-se menção a dois temas que prometemos retomar neste último capítulo: no que tange ao conhecimento técnico engenheiril, falou-se da eventual possibilidade de se desenvolverem distintas escolas na arte da engenharia; quanto à execução de um projeto de tecnologia social (ou engenharia popular), fez-se menção à necessidade de uma equipe interdisciplinar. Naquilo que se segue, buscaremos, mais do que propriamente esgotar tais ponderações, dar-lhes uma melhor formulação. Com isso, acreditamos delinear de forma mais precisa um panorama de pesquisa futura sobre cada um desses temas.

4.7.1 Escolas na arte da engenharia

Como vimos no capítulo três, existe um conjunto de conhecimentos relacionado ao projeto técnico que chamamos de arte da engenharia. Trata-se daquilo que Vincenti chama de instrumentalidades do projeto, e que comprazem três componentes específicos: habilidades avaliativas (e o senso estético (ou intuição) que as acompanha), modos de pensar (com o recurso a imagens e à criatividade, que o fundamenta) e procedimentos estruturados (com o sequenciamento e a estruturação que se assumem como canônicos para o projeto). Referir-se a tais conhecimentos como arte parece-nos justificar-se não

apenas por eles incorporarem elementos explicitamente relacionados a essa área (i.e., senso estético, imagens e criatividade), e por serem em grande medida tácitos (sendo passíveis de serem aprendidos unicamente através de uma relação do tipo mestre-aprendiz), mas também porque eles não são passíveis de serem inteiramente explicados ou emulados teórica ou cientificamente, e porque estão associados a (ou requerem) criatividade.

Essa arte da engenharia é de particular importância para a reflexão que se buscou empreender ao longo desta pesquisa porque, ao menos em tese, distintas escolas dela não só produziram diferentes soluções para um mesmo desafio técnico, como estariam mais propensas a enxergar determinadas tensões entre a ordem do real e do antecipado (e, nisso, possíveis novas invenções), em detrimento de outras. Assim, pode ser o caso de que um conjunto de instrumentalidades que se presta bem à estratégia tecnocrática de produção tecnológica, não seja tão adequado à estratégia (de empoderamento) popular, subjacente ao ideal da tecnologia social. Nessa situação, viabilizar a TS passaria, em alguma medida, pela constituição de uma escola específica na arte da engenharia (ou dos ramos da engenharia que estão sendo empregados em cada empreendimento específico de TS).

O ideal formativo que defendemos neste quarto capítulo possibilita que as novas instrumentalidades emergentes, via pesquisa-ação (ou metodologia participativa equivalente) e educação popular, da fertilização da prática em engenharia por valores, perspectivas e saberes populares sejam transmitidas para os futuros engenheiros. Isso, que se verifica principalmente na formação para a prática extensionista, estaria fundamentalmente presente na relação mestre-aprendiz que se estabelece, em algum grau, nessas dinâmicas.

De outra parte, na medida em que contribui para a constituição do perfil de engenheiro educador, toda formação para a tecnologia social (ou engenharia popular) é potencializadora da constituição de novas instrumentalidades, na fertilização da prática dos engenheiros educadores concernidos com tal atuação pelos valores, modos de vida, perspectivas de mundo e saberes dos grupos populares com os quais trabalham.

Seja como for, e malgrado a aparente coerência disso que se está defendendo aqui – ou seja, a possibilidade de se constituírem novas escolas na arte da engenharia e de elas serem ensináveis através do ideal formativo proposto – precisaríamos refinar a pesquisa, de sorte a termos condições de identificar com clareza essas escolas e de testar o grau de sua inadequação para empreendimentos filiados a outras perspectivas de valor (ou colonizados

por outras estratégias de poder). Isso é parte do programa de estudo ulterior relativo ao conhecimento engenheiril que está apresentado no Apêndice A.

4.7.2 Equipes interdisciplinares

No que tange à necessidade de equipes interdisciplinares em empreendimentos de tecnologia social (e engenharia popular), o que se pode afirmar, a partir da pesquisa desenvolvida até agora, é que tal entendimento é ponto pacífico para os principais atores desse movimento, e que são aqueles que de alguma forma se articulam em torno do campo de engenharia e desenvolvimento social. Não é à toa, nesse sentido, que as atuais equipes do Soltec e de diversos ITCPs e outros núcleos de extensão sejam compostas por profissionais de diversas áreas. Tampouco é coincidência que distintas propostas formativas, tanto do tipo extensionista quanto do de ensino, incorporem em algum grau tal perspectiva. É isso, por exemplo, que se vê nos estágios interdisciplinares de vivência, nas disciplinas CTS e nos projetos universitários alternativos.

Ao que parece, contudo, há ainda muito a se caminhar, de modo a que nos aproximemos (mais) daquilo ideado por Paulo Freire já em 1969, e que em certa medida aponta para uma superação das fronteiras disciplinares e das subsequentes reservas de mercado profissional que elas estabelecem ou encorajam. Exemplo claro disso, a que já aludimos anteriormente, é o da atual constituição da Repos, que, apesar de seu compromisso inegociável com a engenharia popular, assume-se, por ora ao menos, como agremiação apenas de engenheiros.

Uma possível interpretação dessa aparente esquizofrenia seria que, para esses engenheiros educadores (ou engenheiros populares), os profissionais de outras áreas são importantes no momento da realização de um empreendimento de TS ou de engenharia popular, mas deixam de sê-lo tanto no momento de se definir a identidade desse tipo de atuação técnica, quanto no de refletir e discutir sobre ela. Manter-se-ia, assim, no cenário descortinado por essa interpretação, parte das assimetrias e estratégias de poder que, ao menos em tese, a engenharia popular e a TS buscam subverter. Nele, por um lado, é

inegável que engenheiros se autonomizam com respeito ao ordenamento tecnocrático e à sujeição, em termos marxistas, ao capital, ao mesmo tempo em que os movimentos sociais emergem como coprotagonistas na construção desse novo ordenamento sociotécnico possível.

Contudo, por outro lado, os profissionais que compõem as equipes interdisciplinares que produzem TS ou engenharia popular permaneceriam escalonados, com uma parte deles – os engenheiros – hierarquicamente superior à outra parte – os não engenheiros. Seguiria subsistindo, nessa interpretação, uma luta ou um desejo não de todo explicitado, da parte dos engenheiros, por diferenciação/distinção com respeito aos demais profissionais. Algo similar àquilo que Epstein apontava como principal motor para o desenvolvimento de projetos em escala, na transição da técnica pré-moderna para a moderna, e que advinha de uma busca, da parte dos projetistas, de eles se destacarem em relação aos construtores.

Ao se interditar o acesso de não engenheiros a espaços em que a engenharia popular (ou a tecnologia social) está sendo gestada, amoldada, (re)formulada ou ensinada, ou ao não se reconhecer a imprescindibilidade deles lá, permanece-se, qualquer que seja a causa disso, com uma compreensão tácita, seja da autossuficiência dos engenheiros, seja, o que seria dizer o mesmo, da irrelevância de outros olhares profissionais para a compreensão e a definição do que consiste uma engenharia popular ou contra-hegemônica.

O passo a que convida Paulo Freire, ou que representa uma realização mais consistente do ideal mesmo de engenharia popular (ou de tecnologia social), parece pressupor que assimetrias como essas desapareçam. Isso é condição de possibilidade para que se supere a setorização e fragmentação do conhecimento e da atuação profissional. Setorização e fragmentação que são muito consistentes com a estratégia desempoderadora e controladora, própria da configuração de poder atualmente hegemônica; estratégia que, a não ser que tal fragmentação seja superada, seguirá sendo em algum grau reforçada pelas instituições que a preservam.

Esse passo, no entanto, só será dado quando os engenheiros não entenderem mais que a engenharia é lugar ou atuação que eles são capazes de definir ou exercer de modo autorreferenciado, mas algo que, ao contrário, só pode ser verdadeiramente obtido, se puder ser construído, definido, demarcado tanto pelos outros profissionais que participam da equipe técnica, quanto, como já tem sido o caso, pelos grupos populares com os quais essa equipe trabalha. Tal transição, porém, ao menos no que concerne ao papel permitido

para os profissionais não engenheiros em muitas dessas empreitadas, parece ser uma vitória ainda distante de ser conquistada no Brasil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como o afirmávamos na introdução desta tese, intentávamos, com este trabalho, sustentar quatro entendimentos com respeito à tecnologia social: que ela é tecnicamente legítima e autêntica, além de ser social e ambientalmente urgente; que os conhecimentos científico e engenhairil que ela demanda e que não se esgotam naqueles comumente produzidos pela ciência e pela engenharia padrão podem ser desenvolvidos sem que isso represente uma subversão destruidora do *ethos* dos cientistas e dos engenheiros; que ela requer engenheiros educadores, ou seja, engenheiros capacitados para desenvolver pesquisa participativa e educação popular como parte do processo no qual ela é produzida; e que, por dar conta de integrar ao ordenamento sociotécnico perspectivas substantivas populares, ela pode operar como instância de construção efetiva de um outro mundo possível (ou como espaço de reencantamento substantivo dele, ou como estratégia eficaz de superação da reificação capitalista em que nos achamos metidos).

Passamos explicitamente por todos esses pontos ao longo dos quatro capítulos anteriores. Nesse itinerário, além disso, acreditamos que conseguimos subsidiar o “otimismo crítico” que permeou este trabalho. De uma parte, esse estado de espírito se ancora na multiplicidade de exemplos concretos de democratização ou popularização da tecnologia e da ciência, alguns dos quais ilustrados aqui. De outra, sustenta-o também a compreensão de que, malgrado o estágio de sujeição político-econômica ou sociotécnica em que nos encontramos, a conscientização em que se cresce na produção de TS opera como um precioso patrimônio para possíveis novas lutas (democratizantes ou empoderadoras) futuras.

Não se pretende, com isso, ignorar a força e a sedução da gaiola de ferro sociotécnica de nosso tempo. Tampouco se quer desconsiderar que os impactos de muito do nosso desenvolvimento tecnológico sobre o meio ambiente tem nos aproximado gradativamente do ponto a partir do qual a existência de muitos (ou da maioria) de nós neste planeta não será mais possível.

Ao não nos restringirmos, porém, a essas análises, buscamos, dentre outras coisas, evitar uma compreensão duplamente equivocada sobre a tecnologia. A de que ela necessariamente produz males (ao modo, por exemplo, da ambivalência que Ellul atribui metafísica ou dogmaticamente à técnica (cf. Ellul, 2008 [1954], p. 393-409)), de forma que o

ideal utópico deveria ser o de a suportarmos ou tolerarmos apenas até o limite daquilo que necessitamos inevitavelmente dela. E a de que, se algum bem pode ser obtido tecnicamente, isso só é possível na sujeição total da tecnologia ao ser humano. Não há, nessas compreensões, amizade possível entre nós e a técnica, nem, muitas vezes, harmonização potencial crescente entre nós e o meio ambiente por seu intermédio (pontos que, como vimos, Simondon defende explicitamente).

Ao que nos parece, então, a falha principal dessas análises é que elas, de modo a buscarem libertar o ser humano da sedução pela, ou sujeição à, técnica – sedução e sujeição que também nós reconhecemos –, apresentam apenas a parte sombria e ameaçadora do fenômeno técnico, deixando de lado, porém, as potencialidades que ele encerra em si. Nesse sentido, este trabalho se insere em uma tradição que poderia talvez ser considerada como um possível passo seguinte a essas críticas, ou como leitura complementar delas.

Outros frutos desta pesquisa

Além desta tese, o trabalho de pesquisa realizado nesses quatro anos de doutorado produziu artigos de revista, traduções, capítulos de livro e exposições orais em congressos (algumas das quais publicadas nos anais deles). Um desses trabalhos – *Reflecting on Brazilian popular [grassroots] engineering* –, apresentado na 20ª edição bianual do congresso da Society for Philosophy and Technology (SPT), em 2017, foi premiado pela organização do evento como um dos cinco melhores dentre aqueles que foram produzidos por alunos de pós-graduação.

Em termos sintéticos, nossa produção acadêmica durante o doutorado teve o seguinte formato:

- Congressos: 14 trabalhos apresentados. Dentre esses congressos estão tanto os mais importantes da área de filosofia da tecnologia e filosofia da ciência – ANPOF (dois trabalhos), AFHIC (três trabalhos) e SPT (dois trabalhos) –, como o encontro central do campo de engenharia e desenvolvimento social no Brasil (ENEDS –

quatro trabalhos), o principal fórum de discussões CTS no país (ESOCITE – um trabalho) e o World Engineering Education Forum (um trabalho);

- Anais: 3 trabalhos completos, 2 resumos expandidos e 4 resumos;
- Periódicos: 3 artigos de revista, 2 resenhas, 1 tradução, 1 artigo de revista aceito para publicação e 2 artigos de revista submetidos para apreciação. Esses periódicos são a *Scientiae Studia* (duas resenhas e a tradução de um artigo); a *Pensando – Revista de Filosofia* (um artigo); a revista *Tecnologia e Sociedade* – que é uma das referências da reflexão CTS no Brasil, e que também tem engenheiros como leitores e autores (dois artigos publicados e um aceito para publicação); a revista *Latin America Research Review* (um artigo submetido); e a *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad* (um artigo submetido).
- Capítulo de livro: 1 (ANPOF) e 1 (“Andrew Feenberg e sua teoria crítica da tecnologia” In: FEENBERG, A. *Entre a razão e a experiência*. Lisboa: MIT Portugal & Inovatec, 2017 (no prelo), 22p.);
- Tradução de livro: 1 (concluída, mas ainda não publicada).

Adicionalmente, na edição de 2016 do ENEDS, ofereci um minicurso de quatro horas sobre alguns conceitos fundamentais da filosofia e sociologia da tecnologia (subdeterminação, não neutralidade, realidade sociotécnica, democratização). Em 2017: participei como palestrante e mediador convidado da mesa “Engenharia, tecnologia e acessibilidade” da versão regional do ENEDS na região Sul (EREDS-Sul); proferi a palestra “Ética, ciência e tecnologia: potencialidades e desafios da vida em sociedade em tempos de polarização, fundamentalismo e pós-verdade crescentes” (IEEE Day – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação - Unicamp); e ministrei a aula “Elementos de filosofia da tecnologia” (4h) na pós-graduação da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Unicamp.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADDOR, F. & ALVEAR, C. Sobre o conceito e a prática da pesquisa-ação. In: ADDOR, Felipe (org.). *Extensão e políticas públicas: agir integrado para o desenvolvimento social*. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ e Faperj, 2015. p. 119-144.
- ADDOR, F. & HENRIQUES, F. (Org.). *Tecnologia, participação e território – reflexões a partir da prática extensionista*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/ Faperj, 2015.
- ADDOR, F. *et al.* A construção de um espaço contra-hegemônico na engenharia: o Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social (Eneds). In: ADDOR, F. & LIANZA, S. (Org.) *Percursos na extensão universitária – saindo da torre de marfim*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/ FAPERJ, 2015. p. 57-71.
- ADDOR, F. & LIANZA, S. (Org.). *Percursos na extensão universitária: saindo da torre de marfim*. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ e Faperj, 2015a.
- ADDOR, F.; LOPES, V.; ARAÚJO, F.; NEPOMUCENO, V. & LIANZA, S. A incubação de uma cooperativa de beneficiamento de pescado: o caso Benesca. In: ADDOR, F. & LIANZA, S. (Org.). *Percursos na extensão universitária: saindo da torre de marfim*. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ e Faperj, 2015b. p. 97-118.
- AGAMBEN, G. What is an Apparatus? In: *What is an Apparatus and Other Essays*. Trad. David Kishik & Stefan Pedatella. Stanford: Stanford University Press, 2009. p. 1-24.
- AGAZZI, E. From technique to technology: the role of modern science. *Philosophy & Technology*, 4, 2, p. 79-85, 1998.
- ALTIERI, M. Agroecología: principios y estrategias para una agricultura sustentable em América Latina del siglo XXI. In: MOURA, E.G. & AGUIAR, A. *O desenvolvimento rural como forma de aplicação dos direitos no campo: Princípios e tecnologias*. São Luís: UEMA, 2006. p. 83 – 99.
- ALVEAR, C.; TYGEL, A. & LIANZA, S. As Engenharias e a Tecnologia Social: O caso do Núcleo de Solidariedade Técnica da UFRJ (Soltec/UFRJ). *Revista Extensão na UFRJ*. Rio de Janeiro: Pró-reitoria de extensão da UFRJ (PR5/UFRJ), 2011.
- ALVEAR, C.; CRUZ, C.; MIRANDA, P. O campo da engenharia e desenvolvimento social no Brasil. *Revista Tecnologia e Sociedade*. Curitiba, 13, 27, p. 188-207, 2017.
- ASSIS, R. Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. *Economia Aplicada*, 10, 1, p. 75-89, 2006.
- AULER, D. & DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. *Linhas Críticas*. Brasília, 21, 45, p. 275-296, 2015.

- BARBOSA FILHO, A.; FREJ, N. & NETO, R. *A formação social do engenheiro de produção na UFPE: relatos de experiências bem-sucedidas. II ENEDS*, Rio de Janeiro, 16-17/set/2005.
- BARCELLOS, S. As iniciativas e experiências em agroecologia como estratégia de desenvolvimento local em um assentamento de reforma agrária. *Mundo Agrário*, 12, 23, 2011.
- BARTHÉLÉMY, J. *Simondon*. Clamecy: Les Belles Lettres, 2014.
- BECK, U. *Risk society – towards a new modernity*. Trad. Mark Ritter. London: SAGE Publications Ltd., 1992
- _____. *World at risk*. Trad. Ciaran Cronin. Cambridge: Polity Press, 2009.
- BOON, M. In Defense of Engineering Sciences: On the Epistemological Relations Between Science and Technology. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 15, 1, p. 49-71, 2011.
- BUNGE, M. Technology as Applied Science. *Technology and Culture*, 7, 3, p. 329-347, 1966.
- CALLON, M.; LASCOUMES, P. & BARTHE, Y. *Acting in an uncertain world: an essay on technical democracy*. Trad. Graham Burchell. Cambridge: The MIT Press, 2009.
- CALLON, M. Afterwords. In: FEENBERG, Andrew. *Between Reason and Experience: Essays in Technology and Modernity*. MIT Press, 2010. p. 219-26.
- CARVALHO, F. & MOREIRA, A. *Diretrizes curriculares para os cursos de engenharia: um aprimoramento. VI ENEDS*, Campinas, 17-18/set/2009.
- COLINS, H. & PINCH, T. *The golem at large: what you should know about technology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.
- COMSTOCK, D. A Method for Critical Research. In MARTIN, M. & MACINTYRE, L.C. (Ed.) *Readings in the Philosophy of Social Science*. Cambridge, MASS: The MIT Press, 2001 [1994].
- CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, Resolução CNE/CES 11/02, aprovado em 11 de março de 2002. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília.
- COSTA, M. *Da residência médica à residência agrária: o projeto camponês e a estratégia universitária. VIII ENEDS*, Ouro Preto, 19-21/set/2011.

- COUTO, G. *Aprendizagem social e formação humana no trabalho cooperativo de catadores(as) em São Paulo*. São Paulo, 2012, p. 182. Dissertação (mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.
- CRUZ, C. Avanço técnico e humanização em Gilbert Simondon. *Scientiae Studia*. São Paulo, 13, 2, p. 431-438, 2015.
- CUPANI, A. *Filosofia da Tecnologia: um convite*. Florianópolis: Editora UFSC, 2011.
- DAGNINO, R.; BRANDÃO, F. & NOVAES, H. Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. In: LASSANCE Jr. et al. (Ed.) *Tecnologia social – Uma estratégia para o desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. p. 15-64.
- DAGNINO, R. Em direção a uma tecnologia crítica da tecnologia. In: DAGNINO, R. (org.) *Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade*. Campinas: IG/UNICAMP, 2009. p. 72-111.
- DOMINGUES, I. Feenberg e a filosofia da tecnologia norte-americana: o *empirical turn*. *Revista Filosófica Aurora*, 27, 40, p. 15-31, 2015.
- DOSTOIEVSKI, F. *Os irmãos Karamazov*. São Paulo: Editora 34, 2012 [1879].
- DREYFUS, H. Heidegger on Gaining a Free Relation to Technology. In: FEENBERG, A. & HANNAY, A. (Ed.). *Technology and the Politics of Knowledge*. Indiana: Indiana University Press, 1995. p. 97-107.
- DWEK, M. A atuação do engenheiro frente às tensões entre ciência, tecnologia e sociedade. *VII ENEDS*, Teófilo Otoni, 23-24/set/2010.
- _____. A tenacidade da fantasia: propostas para a renovação da formação em engenharia. *VIII ENEDS*, Ouro Preto, 19-21/set/2011.
- EIV-SC – Estágio Interdisciplinar de Vivência – Santa Catarina. *Cartilha*. 2015.
- ELLUL, J. *La technique ou l'enjeu du siècle*. Paris: Économica, 2008 [1954].
- _____. *Le système technicien*. Paris: Cherche Midi, 2012 [1977].
- _____. *The Technological Bluff*. Trad. Geoffrey Bromiley. Grand Rapids: Eerdmans, 1990.
- _____. The Technological Order. In *Technology and Culture*, 3, 4, p. 394-421, 1962.

EPSTEIN, S. *Transferring technical knowledge and innovating in Europe, c.1200-c.1800*. London: LSE Research Online, 2005.

FAULKNER, W. Conceptualizing Knowledge Used in Innovation: A Second Look at the Science-Technology Distinction and Industrial Innovation. *Science, Technology & Human Values*, 19, 4, p. 425–458, 1994.

FEENBERG, A. *Alternative Modernity: The Technical Turn in Philosophy and Social Theory*. Berkley: University of California Press, 1995.

_____. *Questioning Technology*. New York: Routledge, 1999.

_____. *Transforming Technology: a critical theory revisited*. New York: Oxford University Press, 2002.

_____. *Between Reason and Experience: Essays in Technology and Modernity*. MIT Press, 2010.

_____. What I said and what I should have said: on critical theory of technology. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 17, 1, p. 163-78, 2013.

_____. *The Philosophy of Praxis: Marx, Lukács and the Frankfurt School*. London and New York: Verso, 2014.

_____. Lukács's Theory of Reification and Contemporary Social Movements. *Rethinking Marxism*, 27, 4, 2015a.

_____. Simondon e o construtivismo: uma contribuição recursiva à teoria da concretização. *Scientiae Studia*, 13, n. 2, p. 263-81, 2015b.

_____. Fracchia and Burkett on *tailism* and the dialectic: a response. *Historical Materialism*, 23, 2, p. 1-11, 2015c.

_____. The concept of function in critical theory of technology. In: FRANSSEN, Maarten *et al.* *Philosophy of technology after the empirical turn*. Suíça: Springer, 2016. p. 283-304.

_____. A Critical Theory of Technology. In: FELT, U.; FOUCHÉ, R.; MILLER, C. & SMITH-DOERR, L. (Ed.). *Handbook of Science and Technology Studies*. MIT Press, 2017a. p. 635-663.

_____. *Technosystem: the social life of reason*. Harvard University Press, *no prelo* (2017b).

FELIZARDO, A.; SANTOS, A.; NASCIMENTO, W.; REIS, A. & MELO, A. Adoção da abordagem sistêmica para a compreensão do estabelecimento agrícola familiar em microbioma

amazônico de várzea: reflexões com base na imersão no meio rural. *XII ENEDS*, Salvador, 12-15/ago/2015.

FERGUSON, E. *Engineering and the mind's eye*. Cambridge: Mass, 1992.

_____. The mind's eye: nonverbal thought in technology. *Science*, 197, 4306, p. 827-936, 1977.

FOUCAULT, M. *Power/Knowledge - Selected Interviews & Other Writings (1972-1977)*. Trad. Colin Gordon, Leo Marshall, John Mepham & Kate Soper. New York: Pantheon Books, 1980.

_____. *Microfísica do Poder*. Trad. Roberto Machado. Rio de Janeiro: Graal, 1998.

FRAGA, L.; SILVEIRA, R.; VASCONCELLOS, B. O engenheiro educador. *II Congresso da Rede de ITCPs: Economia Solidária e a Política e a Política da Economia Solidária*. São Paulo: USP, 2008.

FREIRE, P. *Extensão ou comunicação?* Trad. Rosisca de Oliveira. Rio de Janeiro: Terra e Paz, 1983 [1969].

_____. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Terra e Paz, 1987 [1970].

GLICK, T. Islamic Technology. In: OLSEN, J.; PEDERSEN, S. & HENDRICKS, F. (Ed.). *A companion to the philosophy of technology*. Chichester: Miley-Blackwell, 2009. p. 32-36.

HABERMAS, J. *Theory of communicative action. Vol. 1*. Trad.: Thomas McCarthy. Boston: Beacon Press, 1984.

_____. *The theory of communicative action. Vol. 2*. Trad.: Thomas McCarthy. Boston: Beacon Press, 1987.

HADDAD, A.N. & BARROS, R.P. Adequação curricular face às diretrizes curriculares para a engenharia. *XXXI COBENGE*, Rio de Janeiro, 14-17/set/2003.

HEIDEGGER, M. *The question concerning technology*. Trans. William Lovitt. NY & London: Garland Publishing, INC., 1977 [1955]

_____. Traditional Language and Technological Language. Trans. Wanda T. Gregory. *Journal of Philosophical Research*, 23, 1998 [1962]. p. 130-145.

HELENE, D.; HENRIQUES, F.C.; MATTOS, A.R. & BARCELLOS, S.B. Economia solidária no Brasil e na América Latina – parceria entre Soltec e Senaes. In: ADDOR, F. (Org.). *Extensão e políticas públicas – o agir integrado para o desenvolvimento social*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ / FAPERJ, 2015. p. 109-120.

HENRIQUES, F. & FRANKEL, R.D. A experiência de assessoria a uma fábrica gerida por seus trabalhadores: o caso Cooparj. In: ADDOR, F. & LIANZA, S. (Org.). *Percursos na*

extensão universitária – saindo da torre de marfim. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/ FAPERJ, 2015. p. 207-218.

HENRIQUES, F. *O conceito de economia solidária*. In: ADDOR, F. & HENRIQUES, F.C. (Org.). *Tecnologia, participação e território – reflexões a partir da prática extensionista*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/ FAPERJ, 2015a. p. 24-45.

_____. *Os conceitos de autogestão e assessoria*. In ADDOR, F. & HENRIQUES, F.C. (Org.). *Tecnologia, participação e território – reflexões a partir da prática extensionista*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/ FAPERJ, 2015b. p. 69-91.

HENRIQUES, F.; HELENE, D.; SOARES, L.; LOUREIRO, J. Associativismo na pesca e na aquicultura – uma tentativa de construir a política nacional. In: ADDOR, F. (Org.). *Extensão e políticas públicas – o agir integrado para o desenvolvimento social*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ / FAPERJ, 2015. p. 165-176.

HORKHEIMER, M. & ADORNO, T. *Dialectic of enlightenment*. Trad. Edmund Jephcott. Stanford: Stanford University Press, 2002 [1944].

ITCP, Incubadora tecnológica de cooperativas populares da Universidade Estadual de Campinas, Pró Reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários/ UNICAMP. Campinas, SP: Instituto de Economia, 2009.

ITCP-FGV. Página de Internet. <http://www.itcpfgv.com/> (acessado em 08/abr/2016).

ITCP-UFRJ. Página de Internet. <http://www.itcp.coppe.ufrj.br/> (acessado em 08/abr/2016).

ITCP-Unicamp. Página de Internet. <http://www.itcp.unicamp.br/> (acessado em 08/abr/2016).

ITCP-USP. Página de Internet. <http://www.itcp.usp.br/> (acessado em 08/abr/2016).

ITS, Instituto de Tecnologia Social. *Tecnologia Social no Brasil: direito à ciência e ciência para cidadania. Caderno de Debate*. São Paulo: Instituto de Tecnologia Social: 2004.

_____. “Tecnologia Social”. *Caderno Conhecimento e Cidadania*. São Paulo: Instituto de Tecnologia Social: 2007.

JESUS, V. & COSTA, A. Tecnologia social: breve referencial teórico e experiências ilustrativas. In: COSTA, A. (Org.). *Tecnologia social e políticas públicas*. São Paulo: Instituto Pólis, Fundação Banco do Brasil & Gapi/Unicamp, 2013.

KLEBA, J. Engenharia engajada – desafios de ensino e extensão. *Revista Tecnologia e Sociedade*. Curitiba, 13, 27, p. 172-189, 2017.

- KLEMMER, S.; HARTMANN, B. & TAKAYAMA, L. How bodies matter: five themes for interaction design. *Designing Interactive System 2006* [Conference], June 26–28, 2006, University Park, Pennsylvania, USA.
- KLINE, R. Science and engineering theory in the invention and development of the induction motor, 1880-1900. *Technology and Culture*, 28, 2, p. 283-313, 1987.
- KUEHN, A. & BAZZO, W. O que queremos da educação tecnológica? XXXII COBENGE, Brasília, 14-17/set/2004.
- KUHN, T. *A estrutura das revoluções científicas*. Trad. Beatriz Boeira & Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 2006 [1962].
- LACEY, H. *Valores e Atividade Científica 1*. São Paulo: Editora 34, 2008a.
- _____. Ciência, respeito à natureza e bem-estar humano. *Scientiae Studia*. São Paulo, 6, 3, p. 297-327, 2008b.
- _____. *Valores e Atividade Científica 2*. São Paulo: Editora 34, 2010.
- _____. A imparcialidade da ciência e as responsabilidades dos cientistas. *Scientiae Studia*. São Paulo, 9, 3, p. 487-500, 2011.
- _____. Tecnociência comercialmente orientada ou investigação multiestratégica? *Scientiae Studia*. São Paulo, 12, 4, p. 669-95, 2014a.
- _____. Scientific research, technological innovation and the agenda of social justice, democratic participation and sustainability. *Scientiae Studia*. São Paulo, 12, special issue, p. 37-55, 2014b.
- _____. A agroecologia: uma ilustração da fecundidade da pesquisa multiestratégica. *Estud. av. [online]*, 29, 83, 2015.
- LACEY, H. & MARICONDA, P. O modelo das interações entre as atividades científicas e os valores. In *Scientiae Studia*. São Paulo, 12, 4, p. 643-68, 2014.
- LATOUR, B. Where are the missing masses? The sociology of a few mundane artifacts. In: BIJKER, W. & LAW, J. (Ed.). *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1992. p. 225-258.
- LAUDAN, Rachel. (Org.) *The nature of technological knowledge. Are models of scientific change relevant?* Dordrecht: D. Reidel, 1984. p. 1-26.
- LIANZA, S.; ADDOR, F.; LOPES, V.; CARVALHO, V. & NEPOMUCENO, V. Saindo do casulo – a história da pesquisa-ação na cadeia produtiva da pesca (Papesca/UFRJ). In: ADDOR, F. & LIANZA, S. (Org.). *Percursos na extensão universitária – saindo da torre de marfim*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/ FAPERJ, 2015a. p. 75-95.

- LIANZA, S.; BORGES, H.; ADDOR, F. & THIOLENT, J. Gestão de projetos solidários: o coração do Soltec. In: ADDOR, F. & LIANZA, S. (Org.). *Percursos na extensão universitária – saindo da torre de marfim*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/ FAPERJ, 2015b. p. 21-36.
- LIANZA, S.; SILVA, V.; MOLINETE, M.; GONÇALVES, M.; CASTRO, C. & NUNES, V. A práxis da Papesca/URFJ em sua disciplina de extensão. In: ADDOR, F. (Org.). *Extensão e políticas públicas: o agir integrado para o desenvolvimento social*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/ FAPERJ, 2015c. p. 195-210.
- LIANZA, S.; ADDOR, F.; LOPES, V.; MATOS, J.; ROSEIRA, M.; JOVENTINO, F. & NEPOMUCENO, V. Rede solidária da pesca na linha do tempo. In: ADDOR, F. & LIANZA, S. (Org.). *Percursos na extensão universitária: saindo da torre de marfim*. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ e Faperj, 2015d. p. 119-141.
- LINSINGEN, I. Perspectivas curriculares CTS para o ensino de engenharia: uma proposta de formação universitária. *Linhas Críticas*. Brasília, v.21, n.45, p. 297-317, 2015.
- LINSINGEN, I; BAZZO, W. & PEREIRA, L. *Educação tecnológica no contexto da inovação social*. XXXI COBENGE – Rio de Janeiro – 14-17/set/2003.
- LOPES, W. Andrew Feenberg e a bidimensionalidade da tecnologia. *Revista Filosófica Aurora*. Curitiba, 27, 40, p. 111-142, 2015.
- LOVITT, W. Introduction. In: HEIDEGGER, M. *The question concerning technology*. NY & London: Garland Publishing, INC., 1977. p. xiii-xxxix.
- MAIA, V. M.; ALVES, L. N.; MARTINS, L. S. & FREIRE, J. C. Estágio interdisciplinar de vivência: troca de saberes entre os movimentos sociais e o movimento estudantil. VIII ENEDS, Ouro Preto, 19-21/set/2011.
- MARCOVICH, A. & SHINN, T. Regimes of science production and diffusion: towards a transverse organization of knowledge. *Scientiae Studia*. São Paulo, 10, 33-64, 2012.
- MARCUSE, H. *One-Dimensional Man*. London & New York: Routledge, 2002 [1964].
- MARKOWITZ, G. & ROSNER, D. *Deceit and Denial: The Deadly Politics of Industrial Pollution*. Berkley: University of California Press, 2002.
- MENESTRINA, T. & BAZZO, W. Alternativas para a formação do engenheiro: as concepções de ciência, tecnologia e sociedade (CTS). XXXII COBENGE, Brasília, 14-17/set/2004.
- MERTON, T. *The Sociology of Science – theoretical and empirical investigations*. Chicago: The University of Chicago Press, 1973.

- MICHAELS, D. & MONFORTON, C. Manufacturing Uncertainty: Contested Science and the Protection of the Public's Health and Environment. *American Journal of Public Health*, 95, S1, 2005.
- MITCHAM, C. *Thinking through technology*. Chicago: University of Chicago Press, 1994.
- MOTTA, P.N. & SILVA, D.G. *Relato de estágio interdisciplinar de vivência - experiência prática e teórica da realidade rural brasileira. Pré-assentamento rural Pátria Livre, município de Correia Pinto, Santa Catarina*. Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.
- MST, Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra. *Sistematização de experiências agroecológicas do MST - volume 1*. Brasília e São Paulo: CONCRAB e CCA-SP, 2007.
- MUMFORD, L. Authoritarian and democratic technics. *Technology and Culture*, 5, 1, p. 1-8, 1964.
- NASCIMENTO, I.; ARRAIS, E.; XENOFONTE, J. & CANUTO, F. Da educação superior tradicional ao ensino contextualizado: algumas lições da universidade federal do cariri para o desenvolvimento territorial do semiárido brasileiro. *XII ENEDS*, Salvador, 12-15/ago/2015.
- NIDES – mestrado: <http://nides.ufjf.br/index.php/2015-11-19-17-01-59/mestrado> (acessado em 11/abr/2016).
- NIEUSMA, D. & RILEY, D. Designs on development: engineering, globalization, and social justice. *Engineering Studies*, 2, 1, p. 29-59, 2010.
- PINCH, T. & BIJKER, W. The social construction of facts and artifacts: or how sociology of science and the sociology of technology might benefit each other. In: BIJKER, W.; HUGHES, T. & PINCH, T. *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology*. MIT Press, 1989.
- POLANYI, M. *The tacit dimension*. Chicago: The University of Chicago Press, 2009 [1966]
- POPPER, K. *Conjecturas e refutações*. Trad. Sérgio Bath. Brasília: Editora Universidade de São Paulo, 1982 [1963].
- PP – BCTI, Projeto Pedagógico do curso Bacharelado em Ciência, Tecnologia e Inovação. Salvador: UFBA, 2015. (MIMEO)
- PPP – AGRONOMIA, Projeto Político Pedagógico do Curso de Agronomia do IFPA/Campus Castanhal. Castanhal: IFPA, 2010. (MIMEO)
- PPP – Engenharia Civil, Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil. Juazeiro do Norte: UFC, 2007.
- PUTNAM, H. *The collapse of the fact/value dichotomy and other essays*. Cambridge: Harvard University Press, 2002.

- RADDER, H. Science, Technology and the Science-Technology Relationship. In: MEIJERS, A., (Ed.). *Handbook of the Philosophy of Science. Volume 9: Philosophy of Technology and Engineering Sciences*. Amsterdam: Elsevier BV, 2009. p. 65-92.
- REPOS. <https://repos.milharal.org/> (Acessado em 26/abr/2016)
- RIBEIRO, L. Via Campesina, soberania alimentar e agroecologia. *XV Jornada do Trabalho*. Ourinhos (SP), 13-16 de novembro de 2013.
- RILEY, D. *Engineering and Social Justice: Synthesis Lectures on Engineers, Technology and Society*. Willinston: Morgan and Claypool Publishers, 2008.
- RIVERA, R.; CORTÉS-RICO, L.; PÉREZ-BUSTOS, T. & FRANCO-AVELLANEDA, M. Embroidering engineering: a case of embodied learning and design of a tangible user interface. *Engineering Studies*, 8, 1, p. 48-65, 2016.
- RODRIGUES, I. & BARBIERI, J.C. A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável. *RAP*. Rio de Janeiro, 42, 6, p. 1069-94, 2008.
- ROPOHL, G. *Knowledge types in technology. International Journal of Technology and Design Education* 7: p. 65-72, 1997.
- ROSARIO, L.; FREITAS, H.; MATOS, C.; MARQUES, R. & REIS, A. Estágio de vivência dos discentes do curso de engenharia agrônoma do IFPA campus Castanhal em comunidades ribeirinhas na Amazônia paraense. *XI ENEDS*, Castanhal, 24-26/set/2014.
- ROSNER, D. & MARKOWITZ, G. *Dying for Work: Worker's Safety and Health in Twentieth-Century America*. Indianapolis: Indiana University Press, 1987.
- RUFINO, S.; FILHO, W.; SANTOS, F.; GOMES, P. & ARAUJO, F. Transcendendo os conhecimentos tradicionais na formação de engenheiros: as experiências e estratégias na UFOP. *X ENEDS*, Rio de Janeiro, 10-13/set/2013.
- RUTKOWSKI, J. Rede de Tecnologias Sociais: pode a tecnologia proporcionar Desenvolvimento Social? In: LIANZA, S. & ADDOR, F. (org.). *Tecnologia e desenvolvimento social e solidário*. Porto Alegre: UFRGS, 2005.
- _____. Tecnologia social na coleta seletiva solidária: melhores práticas na prestação de serviço de coleta seletiva. *XI ENED*, Castanhal (PA), 24-26/2014.
- SCHUMACHER, E. O trabalho do grupo de desenvolvimento de tecnologia intermediária. *Rev. adm. empres.* [online], 14, 3, p.133-44, 1974.

- SHINN, T. New sources of radical innovation: research-technologies, transversality and distributed learning in a post-industrial order. *Social Science Information*. 44, 4, p. 731-764, 2005
- _____. *Research-Technology and Cultural Change - Instrumentation, Genericity, Transversality*. Oxford: The Bardwell, 2008.
- SHIVA, V. *Staying alive*. Nova Déli: Kali for Women, 1988.
- SILVA, S.; SILVA, L. & EID, F. Experiência da Atuação do Engenheiro Agrônomo na Extensão: da formação convencional à extensão rural. *XI ENEDS*, Castanhal, 24-26/set/2014.
- SIMON, H. Style in Design. *Proceedings of the 2nd Annual Conference of the Environmental Design Research Association*. Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University, 1971. p. 1-10.
- _____. *The sciences of the artificial*. Cambridge, Mass: The MIT Press, 1981 [1969]
- SIMONDON, G. *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris: Aubier, 1989 [1958].
- _____. Entretien sur la mécanologie. *Revue de synthèse*: tomo 130, 6^a série, n^o 1, p. 103-132, 2009 [1968].
- _____. *Imagination et Invention*. Chatou: Les Éditions de La Transparence, 2008 [1965-6].
- SOUSA, C. & GOMES, G. A importância do enfoque CTS na graduação de engenheiros e tecnólogos. *VI ENEDS*, Campinas, 17-18/set/2009.
- STUMP, D. Rethinking Modernity as the Construction of Technological Systems. In: VEAKE, T. (Ed.). *Democratizing technology: Andrew Feenberg's critical theory of technology*. Albany: State University of New York Press, 2006. p. 3-18.
- THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. São Paulo: Cortez Editora, 1986.
- THOMAS, H. De las tecnologías apropiadas a las tecnologías sociales. Conceptos / estrategias / diseños / acciones. *Primeras Jornadas de Tecnologías Sociales*. Programa Consejo de la Demanda de Actores Sociales – MINCyT. Buenos Aires, 14 de maio de 2009.
- TOLEDO, V. A Agroecologia é uma revolução epistemológica (Entrevista). *Agriculturas*. 13, 1, 2016. (http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2016/06/V13N1_Artigo-7-Entrevista-Victor-MToledo.pdf)
- TRENNEPHOL, A. Os limites do currículo e os problemas de uma formação tecnicista. *XI ENEDS*, Castanhal, 24-26/set/2014.
- VII ENEDS, Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social. Teófilo Otoni: UFJVM, 2010. (MIMEO)

- VINCENTI, W. *What engineers know and how they know it*. London: The John Hopkins University Press, 1990.
- VRIES, M. The Nature of Technological Knowledge: Extending Empirically Informed Studies into What Engineers Know. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 6, 3, p. 117-30, 2003.
- WEBER, M. *Economy and Society – an outline of interpretative sociology*. Berkeley: University of California Press, 1978 [1922].
- _____. *The vocation lectures*. Trad. Rodnwy Livingstone. Indianapolis: Hacket Publishing Company, 2004 [1919].
- _____. *A ética protestante e o espírito do capitalismo*. Trad. M. Irene Szmrecsányi & Tomás Szmrecsányi. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005 [1904-1905].
- WINNER, L. Do artifacts have politics? In: WINNER, L. (Org.). *The whale and the reactor: a search for limits in an age of high technology*. Chicago: University of Chicago Press, 1986. p. 19-39.
- WINTER, S. Knowledge and competence as strategic assets. In: KLEIN, D. (Ed.). *The Strategic Management of Intellectual Capital*. Boston: Butterworth-Heinemann, 1998. p. 165-188.
- WITTNER, D. Japanese Technology. In: OLSEN, J.; PEDERSEN, S. & HENDRICKS, V. (Ed.). *A companion to the philosophy of technology*. Chichester: Miley-Blackwell, 2009. p. 37-42.
- XII ENEDS, Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social. Salvador: Bahia, 2015. www.eneds2015.wix.com (Acessado em 25/abr/2016)

APÊNDICE A – PROJETO DE PÓS-DOCTORADO

Desafios epistemológicos da engenharia popular

RESUMO. A proposta do presente estudo é analisar os desafios impostos à engenharia popular por aqueles dos conhecimentos requeridos pelo projeto técnico que são produzidos pela própria engenharia. Para tanto, esta pesquisa parte de entendimentos que desenvolvi em meu doutorado, que dão conta, de um lado, do caráter dual da tecnologia (social e técnico), do todo unitário que esta constitui com a sociedade que cria e em que é criada (realidade sociotécnica), e da natureza eminentemente política – e, assim, disputável – do desenvolvimento tecnológico. De outro lado, e como condição de possibilidade da produção de uma tecnologia popular, verificou-se também a necessidade de se diversificarem e/ou conformarem, segundo saberes tradicionais, valores e estéticas populares (ao invés das tecnocrático-capitalistas hegemônicas), os conhecimentos científicos e engenheiris demandados nos projetos técnicos. Neste trabalho, seguiremos os dois itinerários segundo os quais saberes, valores e estéticas parecem ser incorporáveis ao projeto técnico, produzindo, com isso, as transformações ou diversificações necessárias nos conhecimentos engenheiris que o subsidiam: o caminho descendente da tradução desses elementos em especificações técnicas; e o caminho horizontal da incorporação deles àqueles conhecimentos que constituem o núcleo criativo do projeto, isto é, a arte da engenharia. Buscaremos, com isso, tanto explicitar os mecanismos por meio dos quais tais incorporações podem se dar, quanto evidenciar as modificações sofridas pelos conhecimentos engenheiris em decorrência disso. Este estudo, ademais, permitirá prover melhor fundamentação e algum grau de corroboração empírica para a tese da sensibilidade dos conhecimentos engenheiris a valores, saberes e estéticas dos grupos sociais, como apresentá-la de forma mais clara, detalhada e precisa.

1. Introdução

O presente projeto tem como objeto de estudo a tecnologia⁷³, de maneira especial, aquele tipo de solução técnica desenvolvida por iniciativas de engenharia popular, e que se caracterizaram como exemplos de tecnologia social. Tecnologia social, na acepção que o termo recebe no Brasil, e que será a mesma que adotaremos neste projeto, é uma solução técnica produzida com e para grupos marginalizados, em diálogo com seus saberes e valores, e que busca não apenas responder às urgências que o grupo identifica como tais, mas também transformar, em algum nível, a situação de menos vida e/ou desempoderamento desse coletivo (cf. Cruz, 2016). Para tanto, ela pressupõe uma forma de produção tecnológica que lance mão de pesquisa participativa (como a pesquisa-ação), que, de sua parte, pressupõe também um processo de educação popular. É o que se chama, no Brasil, de engenharia popular (cf. Cruz, 2017a), movimento bastante recente e que conjuga em si três tradições distintas, mas complementares: extensão universitária, economia solidária e a já mencionada tecnologia social (cf. Fraga *et al.*, 2017).

A tecnologia social se apresenta como uma alternativa àquilo que se chama de tecnologia convencional, que é o tipo de tecnologia padrão ou *mainstream* no mundo atual. Nela, via de regra, seguem-se os ditames da tecnocracia capitalista, de modo que ela: não é construída de forma dialógica com usuários, operadores e/ou demais pessoas que estarão sujeitas a, ou sofrerão, seus efeitos; não responde a efetivas necessidades e urgências do grupo; e/ou, por fim, almeja fundamentalmente gerar lucro para quem a produz e/ou aumentar o poder de controle daqueles que a detêm (cf. Dagnino, 2009).

A pesquisa que se almeja empreender no pós-doutorado é continuação ou aprofundamento do trabalho que realizei em meu doutorado. Neste, busquei analisar a legitimidade e as condições de possibilidade da tecnologia social, valendo-me, para tanto, de uma leitura ontológica, epistemológica e política do fenômeno técnico. Para este pós-doutorado, partirei de duas compreensões teóricas desenvolvidas e fundamentadas na tese resultante desses quatro anos de trabalho, e que serão tomadas, assim, como pressupostas.

---

⁷³ Neste texto, usar-se-á “técnica” e “tecnologia” como termos sinônimos, não se atendo à diferenciação – fundamental para muitas análises – entre prática que não incorpora ostensivamente conhecimentos científicos e o método da ciência (técnica), e prática que os incorpora (tecnologia).

De uma parte, e em profundo diálogo com ideias de Andrew Feenberg (cf. 2010; 2015; 2016; 2017a; 2017b), Bruno Latour (cf. 1992) e de alguns autores da moderna sociologia da tecnologia (como Trevor Pinch & Wiebe Bijker (1989) e Langdon Winner (1986)), compreende-se: que a tecnologia tem duas dimensões inesgotáveis uma à outra – uma dimensão técnica e uma dimensão social; que, na média, os desafios técnicos podem ser resolvidos por mais de um caminho (subdeterminação); que a seleção desse caminho demandará a intervenção de valores, ou perspectivas de valor⁷⁴ sociais; que essa solução, quando implementada, tenderá a emular, reforçar ou impor socialmente os valores sociais que incidiram em seu projeto, conformando-o; e que, por essa razão, tecnologia e sociedade se conformam mutuamente, constituindo, na verdade, um todo indissociável, ou seja, uma realidade sociotécnica.

De outra parte, e como decorrência desse modo de ser da técnica, o seu desenvolvimento traz implicações sociais absolutamente importantes, fato que, conjugado à subdeterminação, faz do projeto técnico um espaço fundamental de luta política. É nesse sentido que Feenberg (2010) defenderá, por exemplo, o imperativo de, em uma sociedade com pretensões democráticas, democratizar-se a tecnologia.

De modo, entretanto, a fundamentar a compreensão de como o poder se estrutura e incide sobre a ciência e a tecnologia, transformando-as em dispositivos a serviço das estratégias (de poder) dos atores dominantes, vale-se aqui basicamente da perspectiva de Foucault (1980, 1998). Segundo tal entendimento, poder e conhecimento se conformam e implicam mutuamente, no sentido de que o poder pressupõe formas específicas de

---

⁷⁴ Por “perspectiva de valor” entende-se o agregado de valores sociais e cognitivos que, cada um a seu modo, todos os indivíduos desposam, endossam e/ou promovem. No mundo contemporâneo, dentre as distintas perspectivas de valor existentes, três delas mostram-se como particularmente importantes ou paradigmáticas: 1) A perspectiva do progresso tecnológico (V_{PT}), que incorpora os valores do exercício do controle sobre os objetos naturais, da expansão da capacidade técnica humana para exercer tal controle, da penetração da tecnologia em todos os domínios da vida humana e da definição dos problemas humanos, ecológicos e sociais de forma não contextualizada [e instrumental] (cf. Lacey, 2014a, p. 40); 2) A perspectiva de justiça social, democracia participativa e sustentabilidade (V_{JSDPS}), cujos valores incorporados são: “solidariedade em equilíbrio com autonomia individual; bens sociais (por exemplo, segurança alimentar), considerados mais importantes do que a propriedade privada e os lucros; o bem-estar de todos como mais importante do que o mercado; o fortalecimento de uma pluralidade de valores em lugar da mercantilização; [...] equilíbrio apropriado entre direitos civis/políticos e sociais, econômicos, culturais; e sustentabilidade ambiental, vinculada às posturas humanas para com a natureza que envolvem a subordinação do controle ao respeito, manutenção/ preservação/ conservação/ restauração/ sustentação, adaptação, sintonização, cultivação, apreciação, contemplação da natureza” (Lacey, 2014b, p. 682); e 3) A perspectiva do capital e do mercado ($V_{C\&M}$), que incorpora os valores capitalistas da busca pelo lucro, do desempoderamento social, da hierarquização, do consumo etc. (cf. Lacey, 2014a, p. 48; 2014b, p. 670-1).

conhecimento para ser fundamentado (como a tecnocracia capitalista requer um conhecimento científico descontextualizado (cf. Lacey & Mariconda, 2014)), ao mesmo tempo em que cada configuração do poder (como o ordenamento tecnocrático atual, guiado pelas perspectivas de desenvolvimento tecnológico ilimitado e da centralidade do capital e do mercado (cf. idem)) construirá ou dará origem a um tipo específico de conhecimento (no caso, um conhecimento não sensível ao contexto, ou seja, descontextualizado (cf. idem)).

Além disso, Foucault defenderá que: o poder não é algo que seja estranho ou alheio ao indivíduo, mas que emerge e se sustenta, fundamentalmente, em toda relação interpessoal da qual o indivíduo é parte (na família, na escola, no trabalho etc.); dimensões mais abrangentes ou menos locais do poder (como, no limite mais amplo, o poder tecnocrático materializado no Estado ou no mercado) surgem a partir da colonização de instâncias menores dele (da família à produção técnico-científica); por meio dessa colonização, indivíduos e instituições tornam-se replicadores e sustentadores do poder colonizador; por essa mesma razão, lá onde jaz a possibilidade de o poder se impor – na colonização de relações ou instituições –, encontra-se também a possibilidade de ele ser contraposto ou subvertido (pelos indivíduos ou grupos); disso decorre, dentre outras coisas, que não é possível blindar ciência e tecnologia do poder (até porque, como veremos, ele conforma engenheiros e cientistas não apenas no espaço social da atuação profissional deles), e que, conseqüentemente, tornar tais regimes de produção e distribuição de conhecimento (cf. Marcovich & Shinn, 2012) passíveis de subsidiar outras perspectivas de valor, na constituição de ordenamentos sociotécnicos alternativos ao disponível (ou hegemônico), significa, em alguma medida, permitir que eles sejam colonizados *também* por tais perspectivas.

Ora, partindo-se desses pressupostos, então: perspectivas de valor incidem e, em algum nível, conformam o conhecimento produzido pela ciência e pela engenharia, tornando certos tipos de implementações técnicas (como as tecnologias convencionais) epistemologicamente mais bem servidos do que outros (como a tecnologia social); ciência e tecnologia podem ser, em alguma medida, democratizadas, ou seja, tornadas sensíveis às necessidades e aos valores não hegemônicos de grupos sociais não considerados no desenvolvimento padrão delas (produzindo, a partir disso, conhecimento técnico e científico mais amplo, bem como soluções técnicas mais plurais com respeito aos valores que elas

tanto incorporam quanto emulam/ reforçam/ estabilizam socialmente); um(a) engenheiro/a capacitado/a para desenvolver tecnologia social usualmente necessitará de formação/treinamento não provido nos cursos tradicionais de engenharia.

Essas três dimensões – epistemológica, política e educacional –, além da ontológica, que as fundamenta, foram apresentadas, desenvolvidas e ilustradas na tese resultante do trabalho feito durante o doutorado. Entretanto, os resultados obtidos nessa tese apresentam-se menos como respostas definitivas para as questões que se propôs estudar – as condições de possibilidade da tecnologia social –, e mais como um projeto que demandará vários anos adicionais de pesquisa. Tal projeto mais amplo tem como objetivo principal analisar os desafios epistemológicos que devem ser enfrentados para se poder desenvolver a engenharia popular – ou o seu produto técnico, que é a tecnologia social – da forma mais efetiva possível.

Na próxima seção, apresentaremos em detalhes a parte desse projeto que se almeja avançar nos dois anos do pós-doutorado que ora se pleiteia: aquele relacionado à parte dos conhecimentos requeridos no projeto técnico que é desenvolvida na engenharia. No restante desta introdução, e de modo a também tornar mais claro aquilo que se dirá nas seções seguintes, esboçaremos uma outra parte dessa reflexão epistemológica mais ampla, aquela que se refere à prática da ciência (e ao conhecimento científico).

*****

De acordo com Boon (2011), os conhecimentos necessários para a produção tecnológica são basicamente de três tipos: conhecimento científico; conhecimento produzido pelos engenheiros, mas seguindo o método científico (ciências da engenharia); e conhecimento relacionado ao projeto técnico (também produzido pelos engenheiros). No doutorado, iniciou-se a análise desses três componentes, de modo a tentar-se evidenciar como perspectivas de valor poderiam incidir sobre essa produção (ou como instâncias mais globais do poder poderiam colonizá-las), diversificando-a, ou, em sentido contrário, impedindo tal diversificação. No que tange à ciência, seguiu-se de perto com a teoria de Hugh Lacey (cf. Lacey & Marcionda, 2014; Lacey, 2008, 2010, 2014, 2014b).

Grosso modo, a compreensão de Lacey é a de que as perspectivas de valor incidem sobre o desenvolvimento científico em quatro dos cinco momentos lógicos dessa atividade: 1) na escolha da estratégia de seleção de dados e restrição de teorias (que pode ser sensível

ao contexto ou descontextualizadora)⁷⁵; 2) no momento do desenvolvimento da pesquisa (selecionando-se, por exemplo, o que é mais interessante de ser estudado, e que receberá, assim, maior empenho, mais financiamento e maior atenção); 3) no momento da divulgação da pesquisa e da seleção daquilo que constituirá matéria para a formação dos futuros cientistas e para a informação do grande público; 4) no momento do desenvolvimento tecnológico (a partir do conhecimento científico produzido).

Mesmo, porém, que as perspectivas de valor incidam sobre essas etapas, isso não implica, *per se*, que o conhecimento produzido será falso. De fato, se o momento da escolha da melhor hipótese ou teoria estiver preservado de enviesamento valorativo, sendo guiado unicamente pelos valores cognitivos desposados pela comunidade científica⁷⁶, conseguir-se-á produzir um conhecimento imparcial, ainda que esse conhecimento possa não ser neutro (no que tange às aplicações tecnológicas subsidiáveis por ele), nem uma ciência assim construída possa ser tão abrangente quanto teoricamente poderia sê-lo.

A crítica de Lacey à incidência de valores não científicos no desenvolvimento da ciência tem um mote primariamente mais ético do que epistêmico. Com efeito, o pluralismo estratégico que ele advoga, segundo o qual tanto estratégias sensíveis ao contexto quanto as descontextualizadoras devem ser adotadas na atividade científica, almeja construir uma ciência mais abrangente (incorporando, assim, também conhecimento que só pode ser

---

⁷⁵ As estratégias de pesquisa, para Lacey, norteiam tanto a seleção dos dados empíricos aos quais se atentará, quanto as restrições que serão assumidas com respeito aos tipos de enunciações e analogias que serão buscadas para tentar teorizar a categoria de fenômenos que se está buscando conhecer. Existem dois grandes tipos de tais estratégias, que não se excluem mutuamente. O primeiro tipo, que ele chama de estratégias descontextualizadoras (ou reducionistas) é o daquelas que se focam no conhecimento que pode ser produzido sobre a “estrutura subjacente dos fenômenos, [os] processos e interações de seus componentes e [as] leis que os governam”, que é expresso “tipicamente em forma matemática” e que, para ser construído, desconsidera o contexto mais amplo no qual tais fenômenos ou processos ocorrem (Lacey & Mariconda, 2014, p. 652-653). O segundo tipo, o das “estratégias sensíveis ao contexto”, é o daquelas que se focam no conhecimento de fenômenos complexos e emergentes, originados, no geral, da interação de diversas classes de fatores, e que podem se manifestar geográfica e/ou temporalmente de maneira dispersa (cf. Lacey & Mariconda, 2014, p. 652-657). São fenômenos que, de acordo com Polanyi, só podem ser analisados por uma abordagem sistêmica. Com efeito, em questões sobre, por exemplo, a vida e o funcionamento de um artefato, as explicações não têm como ser encontradas exclusivamente nas leis químicas e físicas que operam nos corpos dos seres vivos ou nas peças dos equipamentos. Tais leis são condição necessária, no caso, para a vida e para a funcionalidade do dispositivo, mas elas não são condição suficiente para explicá-las. Emergem, nessas situações, princípios organizacionais que não apenas não são esgotáveis pelas leis que regem o nível imediatamente inferior de onde eles surgem, mas também estabelecem, a partir da plasticidade potencial destes, contornos específicos a eles (cf. Polanyi, 2009 [1966], p. 34-41).

⁷⁶ E.g., consistência, coerência, corroboração empírica, abrangência etc.

construído se o contexto é considerado, como no caso de estudo sobre propriedades ou fenômenos emergentes⁷⁷), sobretudo *para que* ela possa subsidiar igualmente bem as soluções técnicas mais legítimas para qualquer perspectiva de valor democraticamente defensável. Nesse ponto, e apenas nele, chegaríamos, nos termos de Lacey, a uma ciência neutra. Uma ciência que não suporta apenas a tecnologia convencional, legítima para a perspectiva tecnocrática hegemônica (que conjuga a perspectiva de valor de progresso técnico com a do capital e mercado⁷⁸), mas que forneceria conhecimento também para o desenvolvimento de algo como a agroecologia (que é legítima segundo a perspectiva de valor de justiça social, democracia participativa e sustentabilidade⁷⁹).

Diante disso, é fundamental ver que tipo de mecanismo ou instância se faz necessário, de sorte que a ciência possa responder, ou ser sensível, *também* a outras perspectivas de valor, como aquelas endossadas pelos grupos sociais com os quais a engenharia popular trabalha, para além das hegemônicas que atualmente a colonizam. Os fóruns híbridos de Callon e outros (2009) parecem ilustrar esse tipo de instância.

Tal hipótese, contudo, precisaria ser refinada e mais bem fundamentada em termos conceituais, além de corroborada empiricamente. Isso poderia ser inicialmente avançado a partir de algumas linhas de investigação: a) estudo das epistemologias feministas e epistemologias do Sul, assim como do recurso a analogias e imagens na construção de hipóteses e teorias científicas, de modo a melhor compreender-se como valores e estéticas populares poderiam ser introduzidos de forma eventualmente benéfica na prática da ciência e na construção do conhecimento científico (em uma perspectiva análoga àquela em que, como se mostrará na próxima seção, tais elementos parecem poder ser incorporados ao conhecimento produzido por engenheiros); b) melhor caracterização de instâncias de “desisolamento” (cf. Callon *et al.*, 2009) ou democratização/ popularização da ciência, como os fóruns híbridos, de modo a compreender seus potenciais, seus limites e seus riscos; c) inventariação e análise de casos que possam ser caracterizados como exemplos de tais instâncias democratizantes/ popularizadoras, de forma tanto a ilustrar o que se desenvolveu

---

⁷⁷ Cf. nota 75.

⁷⁸ Para perspectiva de valor do progresso técnico e a do capital e mercado, cf. nota 74.

⁷⁹ Para perspectiva de valor da justiça social, democracia participativa e sustentabilidade, cf. nota 74.

no item ‘b’, quanto a subsidiar uma reflexão ulterior referente às condições de possibilidade políticas do êxito dessas instâncias.

Dada, porém, a amplitude e a complexidade dessa parte da pesquisa, ela não teria como ser avançada, em um prazo de dois anos, em paralelo com a investigação que se desenvolverá neste pós-doutorado. Por essa razão, esta parte da reflexão sobre os desafios epistemológicos da engenharia popular terá que aguardar uma segunda etapa acadêmica deste pesquisador para poder ser realizada.

2. Enunciado do problema

Naquilo que concerne àquela parte do conhecimento demandado no projeto técnico que é produzida na engenharia, lançou-se mão, na tese desenvolvida no doutorado, da combinação das ideias de alguns autores: Walter Vincenti (1990), Michael Polanyi (2009 [1966]), Herbert Simon (1981 [1969]; 1971), Carl Mitcham (1994) e Mieke Boon (2011). Da articulação dos entendimentos desses autores, chegou-se a uma formulação que não apenas identifica os componentes desse conhecimento que são sensíveis a valores sociais, como alguns mecanismos ou procedimentos por meio dos quais valores, perspectivas, estéticas⁸⁰ e saberes populares – descobertos, despertados ou mobilizados a partir da pesquisa participativa e do processo de educação popular que devem acompanhar, em alguma medida, o desenvolvimento de qualquer iniciativa de engenharia popular – podem incidir na produção técnica.

A compreensão de fundo aqui está comprometida com alguns entendimentos desenvolvidos e fundamentados no doutorado. Na democratização, popularização ou “desisolamento” da ciência, busca-se fazer emergir ou produzir conhecimento sensível ao

---

⁸⁰ Como se mostrará mais à frente, existem três tipos de conhecimento demandados e utilizados no projeto técnico que comprazem uma dimensão da produção tecnológica que se chamará de *arte da engenharia*. Trata-se do espaço por assim dizer *poiético*, artístico da engenharia, isto é, espaço da produção ou viabilização *criativa* do ainda não existente, seja uma nova mediação técnica, seja uma nova realidade sociotécnica que ela emula, reforça ou estabiliza. Assim, “estéticas” será utilizada neste trabalho referindo-se às imagens, a sensibilidades, a critérios e a entendimentos do indivíduo ou do grupo social que, conformando a construção *poiética* de uma tecnologia produzida por (e para) esse indivíduo ou grupo, são em alguma medida traduzidos no modo como essa tecnologia constitui a realidade sociotécnica em que é inserida. Dessa forma, uma tecnologia social produzida com e para um grupo tradicional de bordadeiras será uma solução técnica que se concebe e se constrói, em algum nível, ao modo como essas bordadeiras concebem e realizam seu trabalho manual e criativo (cf. Rivera *et al.*, 2016, p. 61); e solução que constrói ou revela o mundo de acordo ou em maior proximidade com o modo como esse grupo o enxerga.

contexto e que será necessário para subsidiar tanto soluções técnicas mais apropriadas para, ou harmônicas com relação ao, espaço natural e social complexo em que ela será inserida, quanto análises de risco mais adequadas, que deem conta, senão de antecipar todos os efeitos deletérios que, por princípio, toda tecnologia traz (potencialmente) consigo (cf. Ellul, 2008 [1954], p. 406-9; 1990, p. 60-73), ao menos de identificar tão rapidamente quanto possível aqueles efeitos que não puderam ser antecipados (cf. Beck, 1992, p. 155-79).

No caso do conhecimento produzido pela engenharia, a perspectiva ou pretensão é outra. De uma parte, busca-se desenvolver novas mediações técnicas e novos modos de produzi-las, que estejam, em ambos os casos, comprometidos com uma perspectiva substantiva (ou valorativa) do mundo distinta daquela que Weber chamou de desencantada, que encarna o mito moderno da separação entre fato e valor (cf. Mariconda, 2006), e que, na verdade, apenas representa a reificação tecnocrático-capitalista da busca pelo controle e pelo lucro, “no matter what” (cf. Feenberg, 2016b).

De outra parte, e em desenvolvimento possível a partir das ideias de Simondon, mas em passo que ele nunca deu, a condição psicológica para uma invenção, que o autor identifica na tensão experimentada pelo/a inventor(a) entre o tecnicamente já viável e aquilo que ainda não o é, mas que se mostra desejável de sê-lo (cf. Simondon, 2008 [1965-6], p. 140-3; 2009 [1968], p. 107), traz um outro tipo de condicionamento social para o desenvolvimento técnico. Isso porque inventores pertencentes a grupos com perspectivas de valor, estéticas, saberes e visões de mundo distintas tenderão tanto a perceber mais claramente as mediações técnicas mais urgentes, significativas e adequadas para o seu grupo, quanto a não perceber aquelas que, ainda que sejam tecnicamente viáveis, não se encaixem nas estéticas ou não respondam a qualquer necessidade ou desejo do grupo a que ele/a pertence ou com o qual se associa de forma comprometida e empática (cf. Cruz, 2017c).

Ou seja, o êxito na incorporação de valores, perspectivas e estéticas distintas das hegemônicas à produção técnica pode, de uma parte, tornar imagináveis (e, nisso, potencialmente implementáveis) mediações ou avanços técnicos que seriam provavelmente impensáveis sem tal incorporação. De outra parte, e em sintonia com o que se dizia no parágrafo anterior, essa incorporação pode franquear-nos acesso, por meio de uma evolução autêntica da tecnologia, a verdadeiras revoluções culturais (cf. Simondon, 2009 [1968], 127-8), isto é, a ordenamentos sociotécnicos substantivamente (ou axiologicamente)

distintos do desencantado (ou tecnocrático-capitalista) de que se dispõe hoje; uma ordem que, por exemplo, pode ser eventualmente capaz de acolher e promover o arquetipicamente feminino, em algo como o ecofeminismo de Vandana Shiva (cf. Shiva, 1988).

Seja como for, os resultados alcançados na tese, e que dão conta de dois caminhos através dos quais valores, perspectivas, estéticas e saberes dos grupos populares podem sensibilizar, conformar ou diversificar os conhecimentos demandados pelo projeto e produzidos na engenharia, requerem aprofundamentos conceituais e corroboração empírica de diversas ordens. Isso, que estamos assumindo como os guias gerais da pesquisa que se está pleiteando desenvolver neste pós-doutorado, materializa-se, para cada um desses dois caminhos, no programa de pesquisa a seguir.

2.1 O caminho descendente: a tradução de valores, perspectivas, estéticas e saberes populares em especificações técnicas

Vincenti (1990), de cujas ideias se partiu para se caracterizarem os múltiplos tipos de conhecimento envolvidos no projeto técnico (e que se enquadram nos três grandes grupos apresentados por Boon (2011) – ciência, ciências da engenharia e projeto), define cinco etapas para tal projeto, mas analisa de forma detida apenas as duas últimas. Contudo, para a maior parte dos conhecimentos produzidos na engenharia, valores e saberes populares/sociais só parecem incidir sobre eles de forma indireta, a partir da tradução que esses valores ou saberes tiveram, nos estágios superiores do projeto, nas condicionantes e especificações técnicas que foram construídas/estipuladas (cf. Cruz, 2017b). Por essa razão, será necessário aprofundar a compreensão do processo que se estabelece nessas primeiras etapas, evidenciando-se, de uma parte, requisitos e procedimentos que asseguram ou potencializam a tradução (ou a incorporação) adequada de valores, perspectivas, estéticas e saberes de grupos populares em especificações técnicas. Adicionalmente, e de outra parte, será necessário estudar casos nos quais tais traduções foram realizadas adequadamente, de modo a se analisar em qual grau tal coisa produziu os impactos esperados nas categorias de conhecimento técnico aparentemente sensíveis a elas. Essas duas tarefas gerais parecem ser passíveis de serem desenvolvidas a partir de três passos principais.

2.1.1 Projetos participativos

Existe uma tradição de projetos técnicos já bem consolidada principalmente na Europa (mormente, na Escandinávia, Holanda e Dinamarca) e nos Estados Unidos, na qual o desafio por se buscar conformar as soluções tecnológicas desenvolvidas aos valores e perspectivas dos usuários é assumido como uma tarefa central do *design*. Trata-se daquilo que se convencionou chamar de projeto participativo (*participatory design*) (cf. Shculer & Namioka, 1993; Hoven *et al.*, 2015).

Para a pesquisa que se almeja desenvolver neste pós-doutorado, dentre as múltiplas análises desenvolvidas no âmbito do projeto participativo, algumas delas são particularmente interessantes. É o caso dos estudos sobre os distintos métodos por meio dos quais os valores do grupo social são ou podem ser incorporados ao produto final. Vermaas *et al.* (2015) apresentam duas perspectivas gerais e três abordagens diferentes para se alcançar tal coisa. No que concerne às perspectivas, valores podem ser introduzidos ao projeto tanto pelos próprios usuários, sendo, assim, *user-driven*, quanto pelos projetistas e seus clientes, sendo, neste caso, *designer-driven* (cf. Vermaas *et al.*, 2015, p. 180). Para a primeira perspectiva, há duas possíveis abordagens distintas, de modo a se captarem os valores dos usuários e incorporá-los ao projeto: a) os projetistas reúnem o público-alvo de usuários, buscando facilitar processos nos quais tais pessoas expressam suas necessidades e seus desejos, mas trabalhando tais ideias, em um segundo momento, em suas próprias equipes de projeto, sem colaboração adicional dos usuários; b) uma vez obtidas essas ideias a partir do trabalho inicial com os futuros usuários, elas são sistematizadas e devolvidas para eles, dando lugar a um processo de cocriação entre projetistas e usuários, a partir e por meio do qual o novo produto é concebido (cf. *idem*, p. 182).

A segunda perspectiva, *designer-driven*, difere da anterior pelo fato de os usuários não serem diretamente introduzidos no processo de projeto (em fase alguma), mas serem estudados a partir das diversas ciências sociais. Entende-se, nesse método, que tais fontes são mais confiáveis tanto para se compreender o que virá a ser o contexto (futuro) do produto que será produzido (do que as opiniões presentes de algumas pessoas (usuários)), quanto para se compreenderem as reais demandas (ou desejos), valores e necessidades dos usuários (cf. Vermaas *et al.*, 2015, p. 182-3).

De outra parte, como condição de possibilidade para as modalidades mais empoderadoras e sensíveis ao grupo social dos projetos participativos, e em algo que a

prática e a reflexão nesse tipo de *design* parecem altamente interessantes para este projeto de pesquisa, existe uma ampla reflexão sobre os trabalhos das equipes interdisciplinares de projeto, particularmente sobre seus membros não engenheiros, como antropólogos – que desenvolvem importantíssimos estudos etnográficos do grupo social (cf. Blomberg *et al.*, 1993; Blomberg & Karasti, 2013).

Em síntese, os projetos participativos, em suas versões *user-driven*, estão relacionados com seis princípios fundamentais: igualdade de poder de participação entre projetistas e trabalhadores; práticas democráticas na construção das decisões relativas ao projeto; ações baseadas na situação; aprendizado mútuo; ferramentas e técnicas que assegurem a participação dos usuários; e visões alternativas sobre a tecnologia (cf. Velden & Mörtberg, 2015, p. 45-8). É pela proximidade desse ideário com aquele que, via metodologia participativa e educação popular, a engenharia popular também busca seguir, que muito daquilo que já se tem desenvolvido nessa tradição europeia pode prover luzes para o desafio epistemológico que se está assumindo para este pós-doutorado.

Da revisão bibliográfica sobre o tema e da potencial interação com o grupo de Pieter Vermaas na universidade de Delft (Holanda) – interação que tem a possibilidade de se dar por meio de estágio de pesquisa junto a esse grupo –, acreditamos que poderemos: 1) mapear mecanismos, condições, estratégias e procedimentos por meio dos quais valores sociais podem ser incorporados de forma exitosa ao projeto tecnológico, traduzidos adequadamente em especificações técnicas – e que é aquilo que se buscava com este primeiro passo de nossa pesquisa; 2) identificar casos exemplares nos quais a incidência de tais valores sobre as categorias de conhecimento do projeto técnico, através das especificações construídas, poderá ser observada (ou não). E este é o segundo passo, ao qual nos voltamos agora.

2.1.2 Estudo de casos

Uma vez que aquilo que se busca melhor compreender e ilustrar nesta pesquisa são os desafios impostos a iniciativas populares de engenharia pelo conhecimento (ou a falta dele) que subsidia o *design*, identificar condições, mecanismos, estratégias e procedimentos que asseguram a tradução exitosa de valores, perspectivas, estéticas e demandas sociais em especificações do projeto é apenas uma parte da tarefa. A outra parte é verificar de que

forma, ou em qual grau, as categorias dos conhecimentos produzidos pela engenharia são de fato impactadas em resposta a tal incidência (possibilitando, com isso, a construção da solução técnica mais adequada para esse grupo).

De modo a procedermos a esse segundo passo, será necessário inventariar casos que possam tanto ilustrar modificações, quanto ausência de mudança nos conhecimentos engenheirais incorporados ao projeto. Pela análise desses casos, acredita-se que se alcançará não apenas algum nível de corroboração ou refutação do entendimento construído ao longo da pesquisa de doutorado deste pesquisador, quanto – e afortunadamente sobretudo – elementos para tornar essa compreensão mais precisa, robusta e melhor fundamentada.

2.1.3 Projetos participativos populares

Ainda, entretanto, que os passos anteriores produzam resultados bastante interessantes e coerentes entre si, nada garante que aquilo que funciona em projetos participativos levados a cabo em países europeus e nos Estados Unidos funcione do mesmo modo nas realidades e condições com as quais a engenharia popular precisa se haver. Com efeito, conforme analisa Alvear (2014), existem algumas características e algumas condições gerais da prática dos projetos participativos que os diferenciam do tipo de trabalho participativo desenvolvido junto a grupos populares. Tais diferenças são fundamentalmente de duas ordens.

De uma parte, os projetos participativos e a reflexão sobre eles tendem a não tematizar as habilidades dos pesquisadores que participam dessas iniciativas. Esse parece ser o caso porque, via de regra, os projetos participativos tanto são desenvolvidos em realidades socialmente pouco complexas, quanto precisam se haver com demandas e com objetivos sociais (ou sociotécnicos) mais simples (cf. Alvear, 2014, p. 110-37). Contudo, nas iniciativas de engenharia popular, nenhum desses dois pontos é usualmente verificado, requerendo-se dos membros engenheiros da equipe, por exemplo, um perfil profissional com habilidades bastante claras e específicas, ao qual se convencionou chamar de engenheiro educador (cf. CRUZ, 2016).

De outra parte, os projetos participativos tendem a não discutir muito a fase inicial do projeto “como a importância do estabelecimento de uma relação de confiança entre pesquisadores e a comunidade local, da promoção de uma comunicação dialógica, da participação dos pesquisadores em reuniões da comunidade sem se restringir ao foco do

projeto para mostrar comprometimento” (Alvear, 2014, p. 125). Com isso, a construção da relação de confiança entre usuários e desenvolvedores, que é fundamental no trabalho junto a grupos populares, poderia ficar bastante comprometida.

Adicionalmente a esses dois pontos, questões relativas à disponibilidade de recursos para se realizarem projetos participativos (que variam grandemente entre Europa ou Estados Unidos com relação e o que se costuma conseguir no Brasil) e à existência dos saberes tradicionais dos grupos populares – que a engenharia popular intenciona incorporar ativamente ao projeto técnico – também devem desempenhar papel importante na diferenciação das práticas de projeto participativo popular com respeito à sua vertente europeia/norte-americana.

Isso significa que ajustes serão provavelmente necessários, de modo a que a prática dos projetos participativos e a reflexão sobre eles – com os resultados epistemológicos que se evidenciarem para esse tipo de *design* – sejam em algum grau aplicáveis e verificáveis na engenharia popular. Para sermos capazes de realizar esse tipo de análise, será necessário proceder à inventariação de iniciativas de engenharia popular. Essa atividade está descrita no item 0 abaixo. A partir desse trabalho, poderemos eventualmente enunciar as características gerais de um projeto participativo popular, apresentando suas singularidades com respeito ao que se desenvolve na Europa e nos Estados Unidos.

2.2 O caminho horizontal ou arte da engenharia: a incorporação dos valores, perspectivas, estéticas e saberes populares às instrumentalidades do projeto

Em uma das categorias do conhecimento incidente no projeto técnico descritas por Vincenti (1990), as instrumentalidades do projeto, o caminho descendente de transformação, conformação ou diversificação do conhecimento engenheiril a partir da tradução dos valores e perspectivas populares em especificações parece não exercer efeito significativo (cf. CRUZ, 2017c). Entretanto, os três conhecimentos que constituem essa categoria, e que são dos mais tácitos, ou seja, dos menos teorizáveis dentre aqueles de que se precisa lançar mão em um projeto tecnológico, são (ou podem ser) altamente sensíveis aos valores, perspectivas, saberes e estéticas do grupo social com o qual se esteja trabalhando (se o projeto for construído de forma efetivamente participativa ou colaborativa).

Especificamente, os conhecimentos de que se trata aqui são: *habilidades avaliativas*, que, a partir de métricas ou padrões internalizados, permitem o discernimento, a percepção e a busca pelas melhores soluções para o projeto (elas estão relacionadas a um tipo de senso estético análogo àquele que faz matemáticos e físicos farejarem ou intuïrem a melhor solução para os problemas que têm à mão, a partir da “beleza” ou simplicidade matemática dela); *modos de pensar*, que, para projetistas é, dentre outras coisas, profundamente imagético; e *procedimentos estruturados*, que se referem ao sequenciamento do projeto e à condução de suas etapas (cf. Vincenti, 1990, p. 219-22).

Esses três conhecimentos constituiriam o núcleo daquilo que, nos termos de Ferguson (1992), configura ou caracteriza a arte da engenharia. Ou seja, eles são conhecimentos do tipo saber-como que, por não serem esgotáveis, justificáveis ou antecipáveis cientificamente, por introduzirem na engenharia uma etapa poiética ou criativa (potencial), e por demandarem, seja uma relação mestre-aprendiz para serem passados, seja criação/invenção pessoal e/ou método de tentativa e erro para serem desenvolvidos ou refinados, configurariam fundamentalmente uma arte.

Sendo assim, seria teoricamente possível que os múltiplos ramos da engenharia fossem praticados segundo vários estilos distintos, a depender da estética específica com que fossem empreendidos, ou seja, das imagens, dos padrões e da estruturação de que os projetistas se valessem para conceber o projeto.

Na pesquisa desenvolvida no doutorado, conseguiu-se constatar traços daquele que parece ser um projeto de engenharia eletrônica e de computação segundo a, ou em alguma medida tributário da, estética própria de um grupo tradicional de bordadeiras colombianas (cf. Rivera *et al.*, 2016). Muito, entretanto, precisa ainda ser avançado nessa dimensão horizontal da transformação, conformação ou diversificação dos conhecimentos engenheirais requeridos no projeto técnico, de modo a que se possa melhor compreender tanto os mecanismos dessa apropriação das estéticas populares pelos engenheiros, quanto o impacto efetivo de uma tal coisa sobre os três tipos de conhecimento que constituem as instrumentalidades do projeto. O essencial desse trabalho parece resumir-se em três passos principais, complementares e interdependentes, que passamos a apresentar de forma sucinta agora.

2.2.1 Inventariação de iniciativas de engenharia popular

Inicialmente, será necessário proceder-se a uma inventariação de iniciativas de engenharia popular, de modo a podermos verificar se, e em qual medida, as estéticas, perspectivas, valores e saberes do grupo popular com o qual se trabalhou em cada caso foram apropriadas pelos engenheiros. Particularmente desafiador aqui será conseguir obter relatos suficientemente detalhados, que nos permitam identificar a ocorrência ou não de tal apropriação. O único exemplo disso que se obteve ao longo do doutorado, o relato etnográfico da iniciativa junto ao grupo de bordadeiras colombianas (Rivera *et al.*, 2016), parece indicar que descrições com perspectiva etnográfica devam ser privilegiadas.

No que concerne aos casos de engenharia popular brasileiros, buscar-se-á empreender uma dupla estratégia para o levantamento dessas experiências, ao lado da pesquisa bibliográfica mais tradicional: estreitar os vínculos e a parceria com a Rede de Engenharia Popular Oswaldo Sevá (Repos), conforme se explicitará no item 0, abaixo; e buscar aprofundar o contato e eventualmente estabelecer parceria com antropólogos que pesquisem a tecnologia social, como é o caso do professor Henrique Parra, da Unifesp, com o qual já travamos algumas trocas iniciais.

2.2.2 Escolas ou distintos estilos na arte da engenharia

De posse de relatos de engenharia popular (e também dos de projeto participativo nos quais essa incorporação horizontal também se verifique), poderemos proceder à análise tanto dos mecanismos ou procedimentos por meio dos quais as estéticas, perspectivas, saberes e valores do grupo popular são (ou podem ser) internalizados ou apropriados pelos engenheiros, quanto do impacto disso nos conhecimentos que constituem a arte da engenharia. No que tange à análise dos mecanismos e procedimentos da engenharia popular, poderemos, adicionalmente, dialogar com os mecanismos, procedimentos e cuidados adotados nos projetos participativos, e que visam a esse mesmo fim de incorporação dos valores e perspectivas do grupo social ao projeto técnico, eventualmente identificando possibilidades de tornar a prática da engenharia popular mais eficaz ou mais bem-sucedida nesse quesito.

A partir da análise do impacto das estéticas, perspectivas, valores e saberes populares sobre os três tipos de conhecimento que constituem a arte da engenharia, poderemos responder com mais precisão e melhor embasamento a três perguntas

fundamentais para a tese que se está defendendo: 1) Qual forma possui a arte da engenharia, isto é, a dimensão poética do trabalho projetivo? 2) Qual impacto efetivo ela tem (ou pode ter) sobre o projeto técnico? 3) É possível sustentar a existência – e buscar incentivar ou promover o desenvolvimento ou aprimoramento – de distintos estilos ou diferentes escolas na arte da engenharia?

2.2.3 Vinculação e formação: Repos

Em decorrência e como condição de possibilidade dos dois passos anteriores, seguir-se-á estreitando a vinculação e a parceria com a Repos (da qual somos oficialmente membro). Isso se dará tanto através de uma maior participação nos encontros virtuais e presenciais da rede, quanto na colaboração com iniciativas que o grupo tem buscado avançar, como a de se constituírem caminhos e programas de formação para engenheiros populares. Por meio disso, não apenas se poderá conseguir uma compreensão mais precisa das motivações e dos modos de atuação desse grupo de engenheiros populares, como se poderá eventualmente suplementar os relatos das iniciativas populares desses engenheiros com informações relevantes mas eventualmente ausentes neles (do tipo, por exemplo, que apenas uma abordagem (também) etnográfica daria conta de prover).

Por fim, e tanto como um dos desdobramentos dessa pesquisa, quanto como uma contribuição com a causa da justiça social e do empoderamento popular – com a qual estamos em profundo acordo –, caso haja tempo, buscar-se-á elaborar (ou, ao menos, iniciar a elaboração), em colaboração com a Repos, (de) um material de formação para engenheiros populares. Nele, seriam sistematizados os resultados epistemológicos e metodológicos propiciados por este pós-doutorado, na continuação de uma pesquisa e uma atuação na área de formação em engenharia iniciada no nosso mestrado (em engenharia) e avançada ao longo do doutorado.

3. Resultados esperados

Em termos sintéticos, o resultado central buscado com esta pesquisa de pós-doutorado é uma melhor compreensão de como valores, perspectivas, saberes e estéticas (de grupos populares) podem ser incorporados a projetos de engenharia (popular), e de como, a partir disso, os conhecimentos engenheirais que os subsidiam são (ou podem ser) impactados (permitindo, com isso, a concepção e o projeto da solução técnica que mais se

adequa a esse grupo e que, com isso, melhor conforma o ordenamento social em que ele vive àquilo que ele quer ou busca).

Tal resultado ou compreensão geral pressupõe dois resultados ou entendimentos para subsidiá-lo: 1) naquilo que se chamou de caminho descendente, ou da tradução de valores, perspectivas, estéticas e saberes populares em especificações técnicas, será necessário identificar tanto os mecanismos ou procedimentos que permitem ou possibilitam essas traduções, quanto o impacto delas nos conhecimentos engenheiris requeridos no projeto técnico; 2) no âmbito da incorporação de valores, perspectivas, estéticas e saberes populares àquilo que se chamou de arte da engenharia, e que compraz o que se denominou de caminho horizontal, será igualmente necessário, de um lado, identificar mecanismos e procedimentos e, de outro, avaliarem-se os impactos dessas incorporações sobre os três tipos de conhecimento técnico a elas sensíveis.

Adicionalmente, e como desdobramento tanto dos resultados anteriores, quanto da vinculação e do compromisso estabelecido junto a um grupo de engenheiros populares brasileiros (a Repos), vinculação e compromisso em alguma medida também fundamentais para se produzirem esses resultados, espera-se: 3) darem-se ao menos os passos iniciais na reflexão sobre a existência (ou não) de distintos estilos ou escolas (na arte) de engenharia; e 4) colaborar, a partir desses resultados e de outros alcançados no doutorado e no mestrado (concernentes também à reflexão e atuação na área de formação em engenharia), com a formação de engenheiros populares (junto a Repos).

Esses resultados serão sistematizados e feitos públicos sob a forma de (pelo menos) três artigos e, caso haja tempo, também um material de formação, que abrangerão as seguintes temáticas:

- ARTIGO 1: a partir do estudo da tradição europeia e norte-americana dos projetos participativos, a) serão mapeados mecanismos, condições, estratégias e procedimentos por meio dos quais valores sociais podem ser incorporados de forma exitosa ao projeto tecnológico, traduzidos adequadamente em especificações técnicas; e b) serão analisados, a partir do estudo de casos de projetos participativos, como, por meio dessas traduções, conhecimentos engenheiris requeridos no projeto foram (ou não) conformados, adaptados, ampliados ou diversificados.

- ARTIGO 2: a partir da inventariação e análise de casos de engenharia popular, a) serão identificados mecanismos, condições, estratégias e procedimentos por meio dos quais perspectivas, valores, saberes e estéticas populares são incorporados em algum grau pelos engenheiros projetistas; b) serão analisados os impactos disso sobre os conhecimentos engenheirais que compõem a arte da engenharia; c) serão apontados e discutidos eventuais limites dos mecanismos ou procedimentos adotados para a incorporação das perspectivas, valores, saberes e estéticas populares; d) serão discutidas possíveis contribuições ou melhorias com respeito a esses procedimentos que podem ser eventualmente aprendidas da tradição europeia e norte-americana de projetos participativos.
- ARTIGO 3: serão sistematizados os resultados obtidos nos dois artigos anteriores, a) acrescentando-se a ponderação sobre a eventual especificidade de projetos participativos populares para a tradução apropriada dos valores, perspectivas, saberes e estéticas desses grupos em especificações técnicas (caminho descendente); b) iniciando-se a reflexão sobre estilos ou escolas populares na arte da engenharia; c) e indicando-se questões, cuidados ou desafios que o cultivo, desenvolvimento ou aprimoramento dessas escolas eventualmente requererão daqueles concernidos com, e/ou atuantes na, engenharia popular.
- MATERIAL DE FORMAÇÃO (caso haja tempo): em colaboração com a Repos e em resposta a eventuais demandas dela, buscar-se-á construir material de formação para engenheiros populares. Nisso, estaremos seguindo com pareceria já em curso com engenheiros populares como o pesquisador Celso Alvear (UFRJ) e a professora Lais Fraga (Unicamp); e pareceria que já produziu dois artigos (um publicado e o outro em fase de avaliação).

Adicionalmente, e resgatando o que também já foi mencionado em outras partes deste texto, são resultados almejados com esta pesquisa, o estreitamento de trocas e a eventual constituição de parcerias com o grupo de Pieter Vermaas (filosofia da tecnologia, projeto participativo, universidade de Delft (Holanda)) e o de Henrique Parra (antropologia, tecnologia social, Unifesp).

4. Cronograma

De forma esquemática, o cronograma proposto para esta pesquisa de dois anos é o seguinte (cada coluna de tempo representa um quadrimestre):

	1º qua	2º qua	3º qua	4º qua	5ª qua	6ª qua
Projetos participativos	X					
Estudo de casos de projetos participativos	X					
Artigo 1		X				
Inventariação e análise de casos de engenharia popular		X	X			
Impactos sobre a arte da engenharia			X	X		
Artigo 2				X		
Escolas ou estilos de arte de engenharia				X	X	
Projeto participativo popular					X	
Artigo 3					X	X
Vinculação e colaboração com a Repos	X	X	X	X	X	X
Material de formação em eng. popular (?)						X

5. Disseminação e avaliação

A disseminação dos resultados obtidos nesta pesquisa dar-se-á, como especificado anteriormente, através de artigos e, caso haja tempo, de um material de formação. A avaliação será conseguida tanto por meio dos pareceres que tais trabalhos requererão para serem publicados, quanto através das trocas com os diversos pesquisadores e grupos com os quais se interagirá (e.g., Pieter Vermaas, Henrique Parra, Repos), para além de Pablo Mariconda, supervisor deste pós-doutorado, e o grupo de pesquisa da Scientiae Studia, ao qual ele e eu pertencemos.

6. Bibliografia

- ALVEAR, Celso. *Tecnologia e participação: sistemas de informação e a construção de propostas coletivas para movimentos sociais e processos de desenvolvimento local*. 2014. 299 f. Tese (doutorado em engenharia de produção). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- ALVEAR, Celso; FRAGA, Lais & CRUZ, Cristiano. Da engenharia e desenvolvimento social à engenharia popular: análise da construção de um campo de engenharia e

- desenvolvimento social no brasil. 2017. (Artigo em avaliação)
- BARTHÉLÉMY, Jean-Hugues. *Simondon*. Clamecy: Les Belles Lettres, 2014.
- BECK, Ulrich. *Risk society – towards a new modernity*. Trad. Mark Ritter. London: SAGE Publications Ltd., 1992.
- BOON, Mieke. In Defense of Engineering Sciences: On the Epistemological Relations Between Science and Technology. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 15, 1, p. 49-71, 2011.
- BLOMBERG, Jeanette; GIACOMI, Jean; MOSHER, Andrea & SWENTON-WALL, Pat. In SHCULER, Douglas & NAMIOKA, Aki (Eds.). *Participatory Design - principles and practices*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1993. p. 123-56.
- _____. & KARASTI, Helena. In Jesper Simonsen & Toni Robertson (Ed.) *Routledge International Handbook on Participatory Design*. London & New York: Routledge, 2013. p. 86-116.
- CALLON, Michel ; LASCOUMES, Pierre & BARTHE, Yannick. *Acting in na uncertain world: an essay on technical democracy*. Trad. Graham Burchell. Cambridge: The MIT Press, 2009.
- CRUZ, Cristiano. Tecnologia social e engenheiro/a educador(a): levantamento e análise de iniciativas formativas desenvolvidas no Brasil. *XIV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social*, Florianópolis, UFSC, 16-19/ago/2016. (<http://eneds.net/ocs/index.php/edicoes/eneds2016/paper/view/246>)
- _____. Reflecting on Brazilian popular engineering. *XX Society for Philosophy and Technology Conference*. Darmstadt, 14-17/jun/2017a.
- _____. Desafios epistemológicos da engenharia popular. *XV Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social*. Itajubá, 17-20/out/2017b.
- _____. Tecnologia social: fundamentos, legitimidade e urgência. *Pensando - Revista de Filosofia*. 8, 15, 2017c. (No prelo)
- DAGNINO, Renato. Em direção a uma teoria crítica da tecnologia. In DAGNINO, Renato (org.). *Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade*. Campinas: IG/UNICAMP, 2009. p. 72-111.
- ELLUL, Jacques. *La technique ou l'enjeu du siècle*. Paris: Économica, 2008 [1954].
- _____. *The Technological Bluff*. Trad. Geoffrey Bromiley. Grand Rapids: Eerdmans, 1990.
- FEENBERG, Andrew. *Between Reason and Experience: Essays in Technology and Modernity*. MIT Press, 2010.
- _____. Simondon e o construtivismo: uma contribuição recursiva à teoria da concretização. *Scientiae Studia*. v. 13, n. 2, p. 263-81, 2015.
- _____. The concept of function in critical theory of technology. In FRANSSEN, Maarten et al. *Philosophy of technology after the empirical turn*. Suíça: Springer, 2016 p. 283-304.

- _____. The Politics of Meaning: Modernity, Technology and Rationality. *Radical Philosophy Review*, p. 85-110, 19, 1, 2016b.
- _____. A Critical Theory of Technology. In FELT, U., FOUCHÉ, R., MILLER, C. & SMITH- DOERR, L. (Eds.). *Handbook of Science and Technology Studies*. MIT Press, 2017a. p. 635-663.
- _____. *Technosystem: the social life of reason*. Harvard University Press, 2017b. (No prelo).
- FERGUSON, Eugene. *Engineering and the mind's eye*. Cambridge: Mass, 1992.
- FOUCAULT, Michel. *Power/Knowledge - Selected Interviews & Other Writings (1972-1977)*. Trad. Colin Gordon, Leo Marshall, John Mepham & Kate Soper. New York: Pantheon Books, 1980.
- _____. *Microfísica do Poder*. Trad. Roberto Machado. Rio de Janeiro: Graal, 1998.
- FRAGA, Lais; ALVEAR, Celso & CRUZ, Cristiano. *Da Engenharia e Desenvolvimento Social à Engenharia Popular: análise da construção de um campo de teoria e prática no Brasil*. 2017. (Em avaliação.)
- FREIRE, Paulo. *Extensão ou comunicação?* Trad. Rosisca de Oliveira. Rio de Janeiro: Terra e Paz, 1983 [1969].
- HEIDEGGER, Martin. *The question concerning technology*. Trans. William Lovitt. NY & London: Garland Publishing, INC., 1977 [1955].
- HOVEN, Jeroen van den; VERMAAS, Pieter & POEL, Ibo van de. In HOVEN, Jeroen van den; VERMAAS, Pieter & POEL (eds.). *Handbook of Ethics, Values and Technological Design*. Dordrecht: Springer, 2015. p. 1-7.
- LACEY, Hugh. *Valores e Atividade Científica 1*. São Paulo: Editora 34, 2008.
- _____. *Valores e Atividade Científica 2*. São Paulo: Editora 34, 2010.
- _____. Scientific research, technological innovation and the agenda of social justice, democratic participation and sustainability. *Scientiae Studia*. São Paulo, 12, special issue, p. 37-55, 2014a.
- _____. Tecnociência comercialmente orientada ou investigação multiestratégica? *Scientiae Studia*. São Paulo, 12, 4, p. 669-95, 2014b.
- LACEY, Hugh & MARICONDA, Pablo. O modelo das interações entre as atividades científicas e os valores. In *Scientiae Studia*. São Paulo, 12, 4, p. 643-68, 2014.
- LATOUR, Bruno. Where are the missing masses? In BIJKER, W. & LAW, J. (Eds.). *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1992. p. 225-58.
- MARCOVICH, Anne & SHINN, Terry. Regimes of science production and diffusion: towards a transverse organization of knowledge. *Scientiae Studia*, São Paulo, 10, special edition, p. 33-64, 2012.

- MARICONDA, Pablo. O controle da natureza e a dicotomia entre fato e valor. *Scieitiae Studia*, 4, 3, p. 453-72, 2006.
- MITCHAM, Carl. *Thinking through technology*. Chicago: University of Chicago Press, 1994.
- POLANYI, Michael. *The tacit dimension*. Chicago: The University of Chicago Press, 2009 [1966].
- PINCH, Trevor & BIJKER, Wiebe. The social construction of facts and artifacts: or how sociology of science and the sociology of technology might benefit each other. In BIJKER, W., HUGHES, T. & PINCH, T. *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*. MIT Press, 1989.
- RIVERA, Rafael; CORTÉS-RICO, Laura; PÉREZ-BUSTOS, Tania & FRANCO-AVELLANEDA, Manuel. Embroidering engineering: a case of embodied learning and design of a tangible user interface. *Engineering Studies*. 8, 1, p. 48-65, 2016.
- SHCULER, Douglas & NAMIOKA, Aki (Ed.). *Participatory Design - principles and practices*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1993.
- SHIVA, Vandana. *Staying alive*. Nova Déli: Kali for Women, 1988.
- SIMON, Herbert. *The sciences of the artificial*. Cambridge, Mass: The MIT Press, 1981 [1969].
- _____. Style in Design. *Proceedings of the 2nd Annual Conference of the Environmental Design Research Association*. Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University, 1971. p. 1-10.
- SIMONDON, Gilbert. *Du mode d'existence des objets techniques*. Paris: Aubier, 1989 [1958].
- _____. *Imagination et Invention*. Chatou: Les Éditions de La Transparence, 2008 [1965-6].
- _____. Entretien sur la mécanologie. *Revue de synthèse*: 130, 6, n° 1, p. 103-32, 2009 [1968].
- VELDEN, Maja van der & MÖRTBERG, Christina. Participatory Design and Design for Values. In HOVEN, Jeroen van den ; VERMAAS, Pieter & POEL (eds.). *Handbook of Ethics, Values and Technological Design*. Dordrecht: Springer, 2015. p. 42-66.
- VERMAAS, Pieter; HEKKERT, Paul; MANDERS-HUITS, Noëmi & TROMP, Nynke. Design Methods in Design for Values. In HOVEN, Jeroen van den, VERMAAS, Pieter & POEL (eds.). *Handbook of Ethics, Values and Technological Design*. Dordrecht: Springer, 2015. p. 179-201.
- VINCENTI, Walter. *What engineers know and how they know it*. London: The John Hopkins University Press, 1990.
- WEBER, Max. *A ética protestante e o espírito do capitalismo*. Trad. M. Irene Szmrecsányi & Tomás Szmrecsányi. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005 [1904-1905].
- WINNER, Langdon. Do artifacts have politics? In *The whale and the reactor: a search for limits in an age of high technology*. Chicago: University of Chicago Press, 1986. p. 19-39.