

**Engenheiro educador: experiências brasileiras de formação do perfil técnico capaz de praticar engenharia popular \***

**Ingeniero educador: experiencias brasileñas de formación del perfil técnico capaz de desarrollar ingeniería popular**

***Educator Engineer: Brazilian Experiences in Educating the Technical Profile Capable of Developing Grassroots Engineering***

**Cristiano Cordeiro Cruz \*\***

Apropriando-se de Paulo Freire, parece possível dar um passo que ele nunca deu e dizer que o perfil do engenheiro educador, ou seja, do/a profissional capaz de praticar engenharia popular, produzindo tecnologia social, demandaria quatro habilidades não técnicas principais: empatia, capacidade de diálogo, senso crítico e abertura para aprender continuamente. Neste artigo, apresentamos o resultado preliminar de um estudo conduzido por seu autor, com respeito a iniciativas para se promover uma tal formação nos cursos de engenharia do Brasil. Elas se agrupariam em dois conjuntos principais: extensões formativas (núcleos de extensão e estágios interdisciplinares de vivência) e propostas de ensino (metodologia pedagógica, disciplinas CTS e estrutura curricular; estágio curricular de vivência; e projetos universitários alternativos). Uma análise inicial dessas iniciativas ajuda-nos a enxergar tanto as fortalezas e fragilidades de cada uma no que concerne à formação para a engenharia popular, quanto as disputas políticas para conseguir implementá-las ou avançá-las.

81

**Palavras-chave:** engenheiro educador; engenharia popular; tecnologia social; formação em engenharia

---

\* Recepción del artículo: 30/10/2017. Entrega de la evaluación final: 27/02/2018. El artículo pasó por dos instancias de evaluación.

\*\* Pesquisador de pós-doutorado em filosofia na Universidade de São Paulo. Membro da Rede de Engenharia Popular Osvaldo Sevá (Repos). Correio eletrônico: cristianocruz@yahoo.com.br. Este projeto de pesquisa teve financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo 2013/18757-0. Uma versão preliminar deste trabalho foi apresentada no XIII Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social, acontecido na Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, em agosto de 2016. A presente versão, ampliada e mais aprofundada, incorpora tanto elementos trazidos com a discussão nesse encontro, quanto seções inicialmente não presentes no texto preliminar.

Apropiándonos de las ideas de Paulo Freire, parece posible dar un paso nunca dado por él y decir que el perfil del ingeniero educador —es decir, del profesional capaz de desarrollar ingeniería popular y producir tecnología social— demanda cuatro habilidades no técnicas principales: empatía, capacidad de diálogo, censo crítico y apertura para aprender continuamente. En este artículo presentamos el resultado preliminar de un estudio sobre las iniciativas para promover dichas características en los cursos de ingeniería de Brasil. Estas iniciativas se agrupan en dos conjuntos principales: extensiones formativas (núcleos de extensión y prácticas interdisciplinarias) y propuestas de enseñanza (metodología pedagógica, asignaturas CTS y estructura curricular; práctica curricular; y proyectos universitarios alternativos). Un análisis inicial de estas iniciativas permite ver tanto las fortalezas y debilidades de cada una en lo relativo a la formación para la ingeniería popular, así como también las disputas políticas para implementarlas y sostenerlas.

**Palabras clave:** ingeniero educador; ingeniería popular; tecnología social; formación en ingeniería

*Considering Paulo Freire's ideas, it seems possible to state something he never did and say that the profile of an educator engineer, the professional capable of developing grassroots engineering and producing social technology, must possess four non-technical abilities: empathy, capacity for dialogue, critical approach and openness to keep learning. We present the preliminary results of a study on the formative initiatives concerning the development of said qualities that are currently being undertaken in Brazil. These initiatives can be arranged into two main groups: formative extensions (extension nucleus and interdisciplinary internship experiences) and educational proposals (pedagogical methodology, STS subjects, and syllabus design, curricular internship experience and alternative university projects). A preliminary analysis of these proposals helps us identify not only the strengths and weaknesses of each one of them (regarding education for grassroots engineering), but also the political struggles that can make them either viable or non-implementable.*

**Keywords:** educator engineer; grassroots engineering; social technology; engineering education

## Introdução

Neste artigo, apresentaremos uma primeira síntese de um trabalho de pesquisa no qual buscamos inventariar iniciativas de capacitação para a prática de engenharia popular (ou o desenvolvimento de tecnologia social por engenheiros populares) oferecidas aos/às estudantes de engenharia no Brasil, analisando preliminarmente, além disso, o impacto delas na formação do/a engenheiro/a educador(a), ao modo como esse perfil parece passível de ser desenvolvido, partindo-se das ideias de Paulo Freire. Para tanto, nessa primeira etapa do trabalho, focamo-nos preponderantemente nos casos relatados nos anais das doze primeiras edições do ENEDS (Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social), bem como nos do COBENGE (Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia), entre 2000 e 2016.

Por tecnologia social (TS), entendemos toda construção técnica material (p.e., máquinas) ou imaterial (métodos e procedimentos) que implique em empoderamento do grupo que dela fará uso ou a que ela estará sujeito. Trata-se, além disso, de uma construção que, de uma parte, destina-se aos segmentos marginalizados, oprimidos ou hegemonizados da sociedade, e, de outra, não apenas é necessariamente construída com os membros desses grupos, como, em seu processo de fazimento e em seu uso/ manuseio, ajuda-os a dar passos com respeito à sua própria libertação (em relação às condições de menos vida em que se encontram). Exemplos desse tipo de tecnologia são muitos, eles vão desde as diversas iniciativas relacionadas à economia solidária e o cooperativismo autogestionário, até a agricultura familiar agroecológica, como a que se busca desenvolver nos assentamentos do Movimento dos Trabalhadores Rurais sem Terra (MST) (Cruz, 2017a; ITS, 2004 e 2007).

83

Por engenharia popular (EP), estamos assumindo o tipo de prática em engenharia cultivado e levado a cabo pela nascente Rede de Engenharia Popular Oswaldo Sevá (Repos), que apresentaremos melhor mais à frente. Trata-se de uma prática que emerge da confluência de três perspectivas distintas, mas complementares: economia solidária, tecnologia social e extensão universitária. A EP praticada pela Repos está comprometida com os princípios da educação popular, da autogestão, da justiça social e ambiental, do feminismo, anti-racismo e contra LGBTfobia, do cuidado com a vida, da valorização da cultura em sua diversidade, e do reconhecimento e diálogo entre os diversos saberes (populares, tradicionais, acadêmicos, das diferentes disciplinas).<sup>1</sup> Com isso, a EP almeja ao desenvolvimento de uma ordem tecnológica capaz de suportar e emular os valores e tipos de ordenamentos sociais igualitários e ecologicamente sustentáveis que o grupo popular com o qual se trabalha reconhece, via educação popular, como fundamentais para si (Fraga *et al.*, 2019; Cruz, 2017b).

---

1. Mais informações disponíveis em: <https://repos.milharal.org/>.

Como o objetivo da EP (ou da TS por ela produzida) é não apenas construir soluções técnicas que incorporem e reforcem os valores da justiça social, democracia participativa e sustentabilidade, como contribuir com o processo mesmo de libertação dos hegemonizados aos quais se serve, um(a) profissional capaz dela precisa ser, apropriando-se da perspectiva de Paulo Freire (1983 [1968]) – e dando um passo que ele nunca deu –, um(a) engenheiro educador (Fraga, 2008). Dessa forma, e de modo a construirmos os parâmetros segundo os quais as iniciativas formativas a serem analisadas aqui serão medidas, na primeira parte deste trabalho, vamos nos deter em duas obras do autor: *Extensão ou Comunicação?* e *Pedagogia do Oprimido*. A partir delas, tomaremos quatro habilidades não técnicas como as fundamentais para um(a) engenheiro/a educador(a): empatia, capacidade de dialogar, censo crítico e abertura para se seguir continuamente aprendendo.

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 EP no Brasil: 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 EP que serão analisadas aqui serão conformadas.

84

Feito isso, partiremos para a apresentação e análise propriamente dita de algumas das iniciativas que, em maior ou menor grau, visam a formar um(a) tal profissional hoje no país. Como já mencionado, essas iniciativas foram retiradas fundamentalmente dos anais dos ENEDS e dos COBENGES. Elas serão agrupadas em dois conjuntos principais: extensões formativas e propostas de ensino. No primeiro deles, que desenvolveremos na terceira parte deste artigo, encontram-se tanto alguns trabalhos de núcleos de extensão universitária, quanto experiências pontuais de imersão. O segundo grupo de iniciativas de formação do/a engenheiro/a educador(a) envolve desde metodologia pedagógica de ensino mais apropriadas, disciplinas com enfoque CTS e grade curricular transformada, até projetos universitários alternativos, passando por estágios curriculares de vivência. Elas serão trabalhadas na quarta parte.

Por fim, e conjugando os tipos de experiências analisadas, delinearemos um possível modelo de formação para a engenharia popular (ou a tecnologia social desenvolvida por engenheiros/as populares). 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.

A compreensão de fundo da qual se parte – e que ficará evidenciada na próxima seção, quando se analisará o perfil profissional que estamos chamando de engenheiro educador – é a de que a formação tradicionalmente oferecida aos/às estudantes na grande maioria dos cursos de engenharia do Brasil (e que valeria para boa parte do mundo) usualmente não assume para si a tarefa de desenvolver nesses/as estudantes também as habilidades não técnicas que algo como a EP (ou

a TS) demanda para poder ser desenvolvido (Kleba, 2017). De todo modo, por outro lado, boa parte dos conteúdos técnicos tradicionalmente oferecidos segue relevante ou necessária também para se desenvolver EP (e produzir TS) (ainda que esses conteúdos possam ser trabalhados segundo perspectivas ou metodologias distintas). É nesse sentido que, por ora, o que se analisa ou propõe é uma complementação ou reformulação do currículo tradicional dos cursos de engenharia no Brasil, não a sua total recriação a partir do zero.

Em termos metodológicos, ao lado (1) da revisão bibliográfica junto aos anais dos ENEDS (doze primeiros) e dos encontros do COBENGE (2000-2016), que nos proverá os exemplos formativos concretos de que nos serviremos para analisar modos possíveis de formação para a EP, com seus limites e potencialidades, procederemos também: (2) a uma rápida análise de conjuntura do momento em que a engenharia popular surge e começa a se desenvolver no Brasil (inicialmente, na figura do movimento ou campo de engenharia e desenvolvimento social, que a precede); e (3) a uma reflexão teórica que nos permitirá identificar as características do/a engenheiro/a educador(a), o/a profissional capaz de praticar EP, com aquelas características que Paulo Freire mostrará serem necessárias para uma atuação educadora dos agrônomos junto a assentados e/ou comunidades campesinas tradicionais.

Nesse sentido, o presente artigo não tem a pretensão de ser uma leitura introdutória a pessoas desacostumadas à reflexão crítica sobre a tecnologia ou a engenharia. Ao contrário, ele se pretende sistematizador de experiências e reflexões que motivem engenheiros/as e não engenheiros/as, estudantes, professores/as e demais profissionais em alguma medida comprometidos/as com a (ou desejosos da) construção de uma outra ordem sociotécnica possível, seja a questionarem as atividades formativas que oferecem a futuros/as ou a novos/as engenheiros/as (de modo a capacitá-los/as à engenharia popular), seja a problematizar, aprofundando-as, as reflexões e ponderações que desenvolvemos aqui.

Por fim, deve-se ressaltar: 1) que o nosso foco de estudo são iniciativas de formação em engenharia que capacitem especificamente para a constituição do perfil profissional que se convencionou chamar de engenheiro educador (e não para qualquer outra perspectiva humanista ou contra-hegemônica); e 2) que não era o nosso objetivo, nesta etapa da pesquisa, comparar tal perfil profissional, ou os tipos de iniciativas que parecem ajudar a formá-lo, com outros perfis contra-hegemônicos e suas respectivas demandas formativas. É por isso que, dentre outras coisas, não dialogaremos com outros autores que refletem sobre a formação em engenharia no Brasil (já que, até onde sabemos, nenhum outro aborda o desafio da formação especificamente para a EP), ainda que reconheçamos que, para uma etapa seguinte desta pesquisa, tal diálogo poderá ser bastante enriquecedor.

## 1. Engenheiro educador

Em *Extensão ou Comunicação?*, livro que escreveu em 1968, em seu exílio no Chile, Paulo Freire vai identificar cinco condições que precisam ser respeitadas, de sorte a que a atuação educadora, no caso, do/a engenheiro/a agrônomo/a, concorra para a progressiva tomada de consciência e libertação do povo oprimido ao qual ele serve. A primeira delas diz da necessidade de tal profissional ser capaz de conhecer a totalidade do conjunto saber-crença do grupo junto ao qual ele/a trabalha. Isso é fundamental porque esse conjunto representa o entendimento de mundo do grupo, a verdade sobre as causas, razões e sentidos de tudo, inclusive da condição de menos vida em que se encontram. Assim, se o que se busca é basicamente ajudar o grupo a crescer em consciência, o que significa, dentre outras coisas, superar falsos entendimentos sobre a realidade (sobretudo, ainda que não exclusivamente, sobre a realidade social), então, conhecer qual entendimento falso ou ingênuo é esse que o grupo desposa é primordial (Freire, 1983 [1969]: 21-22, 49).

Em segundo lugar, não basta ao/à técnico/a a mera sensibilidade e escuta profunda do grupo oprimido com o qual trabalha. Isso porque o novo mundo que se almeja construir, mais livre e socialmente justo, não é algo que já se saiba o que seja, mas que será resultado da construção conjunta dos segmentos marginalizados/ excluídos e demais pessoas que se associarem a eles nessa luta. É nesse sentido, então, que tal profissional, ou, talvez mais propriamente, a equipe interdisciplinar à qual ele/a pertence, deveria ter, na nomenclatura de Freire, um caráter radical. Essa qualidade diz daqueles/as que sabem que o futuro não está dado, e que virá apenas a partir da construção conjunta com o outro. São pessoas que não se enxergam como as “libertadoras dos oprimidos”. Conhece-lhes, diferentemente, a realidade, e se comprometem com eles na luta por transformá-la. Não são, porém, sabedoras antecipadas do que é ou deve ser o amanhã. E isso, também porque sabem que conhecem melhor o mundo apenas à medida que atuam nele (Freire, 1987 [1970]: 23-28).

A terceira condição para que se possa caminhar efetivamente no processo de conscientização/ libertação dos oprimidos é a dialogicidade da relação, no caso, entre técnico/a e trabalhadores/as. Através do diálogo, assegura-se uma troca horizontal entre atores assumidos não apenas como ontologicamente iguais, mas também igualmente capazes da crítica e do sonho de um novo mundo possível. A diferença entre os tipos e níveis de saberes, nesse sentido, não pode ser justificativa para determinada assimetria tomada usualmente como natural: a de que os/as técnicos/as sabem e os/as assentados/as (ou oprimidos de maneira geral) não sabem — e precisam, por isso, aprender. Essa diversidade, ao contrário, deve enriquecer a troca, mesmo que, com isso, a velocidade das transformações seja menor (Freire, 1983 [1969]: 29).

A quarta condição colocada por Freire é a exigência de que a ação sobre o mundo, tanto da parte do/a técnico/a, quanto dos grupos oprimidos aos quais ele/a serve, seja sempre acompanhada de reflexão, de tomada ou crescimento de consciência crítica. A mera atuação acrítica, não refletida, sobre as estruturas do mundo, que constitui aquilo que Freire chama de ativismo, falha grosseiramente nesse ponto. É isso o que ocorre quando os grupos oprimidos são simplesmente instados pela liderança, quem

quer que ela seja, a fazer isso ou aquilo, levando o grupo a dar passos sem que seus membros percebam a necessidade e a razão disso (Freire, 1987 [1970]: 122).

A quinta e última condição é a abertura, disposição e honestidade para seguir sempre aprendendo; conhecendo cada vez mais e melhor o mundo. Para tanto, a existência e consideração autêntica do outro é fundamental. Isso porque o outro, seja a liderança ou o/a técnico/a, seja o/a oprimido/a, detém o conhecimento de nacos específicos do mundo. Trata-se de porções ou elementos da realidade que só podem ser enxergados do lugar em que esses atores se encontram. Isso não quer dizer que tais conhecimentos estejam em mesmo grau de elaboração ou criticidade. Contudo, por menos ingênuo que ele seja (como no caso dos/as engenheiros/as educadores/as), será sempre um conhecimento parcial, que, exatamente por isso, sempre poderá ser aperfeiçoado ou expandido (Freire, 1987 [1970]: 57).

Ainda que Paulo Freire, nesses seus escritos, esteja referindo-se especificamente ao/à agrônomo/a, e ainda que a perspectiva de tecnologia que ele assuma aqui seja diferente daquela que, por exemplo, nos termos mais recentes de Andrew Feenberg (1999, 2002 e 2010), seria democratizável, isto é, seria capaz de emular ordenamentos sociotécnicos distintos do tecnocrático-capitalista hegemônico em nosso tempo, ainda assim, aquilo que Freire sustenta como capacidades fundamentais para o seu “agrônomo educador” é válido também para o perfil profissional capaz de praticar engenharia popular (e produzir TS). Isso acontece porque aquilo que precisa ser suplementado à formação técnica em engenharia, de sorte a se formarem engenheiros/as potencialmente capazes de EP, é basicamente a capacidade de se estabelecer uma relação educadora com o grupo popular (Cruz, 2017a; 2017b).

Sinteticamente, então, pode-se dizer que o/a engenheiro/a educador(a) precisa contar com quatro habilidades, para além daquelas classicamente associadas à sua atuação técnica específica:

- *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 o/a tornará 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;
- *Censo crítico.* Que será aquilo que, de um lado, poderá fazer da ação técnica do/a profissional uma práxis engajada com a libertação. De outro lado, esse mesmo senso crítico, associado com a empatia, permitirá a ele/a não apenas enxergar no grupo com o qual trabalha pessoas capazes tanto de reflexão, consciência e práxis – habilidades cujo desenvolvimento, a partir disso, ele/a 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 sobre o mundo (social) produz, quanto pela tomada de consciência do saber próprio, ainda que ingênuo, dos marginalizados aos quais se busca servir.

## 2. A formação para a engenharia popular

De modo a podermos compreender alguns dos limites e possibilidades da (luta por uma) formação para a engenharia popular no Brasil, três elementos parecem-nos de particular relevância atualmente: a estruturação tripartite da universidade brasileira; a mudança na legislação que rege os currículos de engenharia; e a constituição de um novo ator contra-hegemônico, que permite a constituição de um 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, 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.

### 2.1. Ensino, pesquisa e extensão

88

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 (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/as e professores/as, serão acessíveis à pesquisa e ao ensino, sobretudo –ou unicamente–, através da extensão universitária.

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/as futuros/as profissionais capacita-os/as 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/as alunos/as, meio através do qual eles/as 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 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 Universidade Federal do Rio de Janeiro, 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 e Henriques, 2015: 7).

89

Nas iniciativas que analisaremos nas duas próximas partes deste trabalho, 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/as futuros/as engenheiros/as. 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 no Brasil 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/as pesquisadores/as da instituição que os oferece. Por fim, “extensão” refere-se também, no Brasil, 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 artigo, a não ser que se faça menção explícita em sentido contrário.

## 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 Brasil. 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 (Haddad e 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/as que elas querem formar (Haddad e 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 engenharia popular, 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.

91

### **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 é parte de um movimento mais amplo, o da tecnologia apropriada, iniciado na década de 1920 com Gandhi (Cruz, 2017a).

Conforme apresentam Fraga e outros (2019), 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 brasileiro (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 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 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 (2019), 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/as, 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 artigo, 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.

92

Isso posto, podemos nos voltar agora à apresentação e análise dessas iniciativas. Trata-se, como já dito, de iniciativas a que se teve acesso sobretudo por meio dos anais das doze primeiras edições do ENEDS e das edições do COBENGE entre os anos 2000 e 2016. Ou seja, trata-se de uma amostra limitada, não exaustiva, de experiências formativas que capacitam, em algum nível, para a prática da engenharia popular. Essas iniciativas, como já mencionado, estão agrupadas em dois tipos – “propostas de extensão formativa” e “propostas de ensino” –, cada um dos quais será trabalhado em uma das duas próximas partes deste artigo.<sup>2,3</sup>

---

2. Existiria ainda um terceiro eixo, que denominamos de “espaços de sensibilização, mobilização e atuação”. Ele se refere basicamente aos já citados encontros nacionais e regionais de engenharia e desenvolvimento social (ENEDS e EREDS) e à rede de engenharia popular Oswaldo Sevá (Repos). Os encontros objetivam fundamentalmente cativar graduandos para a tecnologia social (ou, em sua formulação mais recente, engenharia popular) e prover-lhes rudimentos de formação inicial na área. Já a Repos, que é desdobramento dos ENEDS, tem a pretensão de aprofundar o espaço de formação complementar e de encontro, trocas e partilhas entre múltiplos coletivos que atuam na engenharia popular (para mais informações sobre a Repos, <http://repos.milharal.org.br>). Na prática, essas duas instâncias – ENEDS/EREDS e Repos – estão bastante imbricadas uma na outra. Mas parte de seus propósitos, ainda que complementares, são distintos. Seja como for, como nos faltaria espaço para desenvolver adequadamente este terceiro eixo de formação para a tecnologia social no presente trabalho, optou-se por deixá-lo mencionado apenas nesta nota (para maiores detalhes sobre ele: Cruz, 2017a).

3. Na taxonomia mais recente, temos dividido essas iniciativas em três grupos, ao invés de dois: práticas extensionistas (que incorpora 'extensões formativas'); práticas teóricas e curriculares (que incorpora 'propostas de ensino', excetuando-se os estágios curriculares de vivência e os projetos universitários alternativos); e práticas mistas (que incorpora os estágios curriculares e os projetos universitários alternativos). Contudo, a análise feita, junto com os potenciais e os limites de cada iniciativa, seguem essencialmente os mesmos.

### 3. Extensões formativas

O primeiro grande grupo de iniciativas brasileiras que buscam de algum modo capacitar seus membros e participantes para o papel de engenheiro educador é o das propostas que batizamos como extensões formativas. 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.

Até onde se conseguiu ir com a pesquisa, deparamo-nos basicamente com dois tipos de propostas principais aqui: núcleos de extensão universitária e os estágios interdisciplinares de vivência (EIV).

#### 3.1. Núcleos de extensão universitária

Um tipo de núcleo classicamente associado com a produção de tecnologia social é a Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares (ITCP). O primeiro desses programas foi criado em 1995, vinculado ao Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE) da 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 (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, é o de produção de tecnologia social e, através disso, de transformação da realidade (ITCP-Unicamp).

93

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 (ITCP-UFRJ). Para tanto, a metodologia de atuação adotada é sempre participativa, calçada no ideário de horizontalidade, dialogicidade, empoderamento, reflexão, co-criação e desenvolvimento social, próprios da educação popular (ITCP-FGV, ITCP-Unicamp, ITCP-USP, ITCP-UFRJ).

Em algum nível semelhante às ITCPs, teríamos o Núcleo de Solidariedade Técnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, ou Soltec/UFRJ, criado em 2003, e que se autodefine como “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 e Henriques, 2015: 9).

O mais essencialmente distinto do Soltec em relação à média das iniciativas de ITCP talvez seja a sua atuação concreta em atividades formais de ensino na

universidade. Isso se viabiliza hoje, no nível da graduação, através de duas disciplinas de extensão (Lianza *et al.*, 2015b; Lianza *et al.*, 2015c: 203-205), que buscam conjugar formação teórica e criticidade com contato efetivo com as realidades marginalizadas, e que constituem disciplinas optativas dos/as graduandos/as de engenharia e alguns outros cursos da UFRJ. No nível da pós-graduação, o Soltec está fortemente ligado ao mestrado profissional do programa de Pós-Graduação de Tecnologia para o Desenvolvimento Social, oferecido pelo NIDES (Núcleo Interdisciplinar para o Desenvolvimento Social), órgão suplementar do Centro de Tecnologia da UFRJ.

Como se nota, esse tipo de atuação, na sua vertente *ad extra*, de extensão, propicia (ou pode propiciar) uma ação bastante afinada com o ideal freiriano, no qual a solução tecnológica que se constrói, e que produz empoderamento e autogestão (ou busca 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.

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 esses núcleos de extensão pertencem, 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, ou quanto aqueles que militam nesse tipo de extensão universitária desejariam que ela fosse.

Ou seja, é inegável que os/as estudantes que tomam parte nessas atividades de extensão – quando elas estão disponíveis na universidade em que eles/as estudam – são profundamente exercitados nas quatro habilidades não técnicas fundamentais do engenheiro educador. Contudo, tais experiências seguem sendo grandemente optativas para a integralização das graduações em engenharia, de sorte que apenas uma minoria dos/as 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 instituição universitária como um todo, os desdobramentos que tal prática extensionista poderia ter, na viabilização de mais tecnologia social e na formação dos/as estudantes, por vias indiretas, para a sensibilidade e a crítica, ficam grandemente reduzidos.

### 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, era o de propiciar aos participantes do estágio a oportunidade de se aproximarem mais da realidade dos/as trabalhadores/as rurais deixados/as à margem do processo de desenvolvimento agropecuário nacional (Silva *et al.*, 2014: 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, onde e quando há algum grupo de estudantes que se mobilizem para organizá-lo (Maia *et al.*, 2011: 3-4).

No geral, dividem-se os cerca de vinte dias que costumam compor essas experiências em três grandes etapas. Na primeira, reunidos/as usualmente em algum assentamento da reforma agrária, os/as estagiários/as – 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/as estarão em contato. Na segunda fase, os/as estagiários/as são enviados/as, 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/as 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 (EIV-SC – cartilha: 2).

Para se alcançarem os objetivos de uma práxis transformadora, alguns princípios são sempre seguidos nos EIVs. O primeiro deles é a parceria com movimentos sociais (p.e., MST, Via Campesina, Movimento dos Atingidos por Barragens etc.), 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/as estagiários/as vão para a experiência como aprendizes do modo de vida e do saber do povo, não como professores/as (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/as estudantes (em parceria com os movimentos sociais parceiros) e para os/as estudantes (Maia *et al.*, 2011: 5).

95

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/a, no ano anterior (Motta e Silva, 2008: 3). Talvez também por essa razão, por sua estrutura não centralizada, análises mais gerais do movimento EIV em todo o país sejam difíceis de serem encontradas.

Isso posto, pode-se dizer que a proposta principal dos EIVs é colocar os/as estudantes em contato com a realidade camponesa de exclusão, que eles/as usualmente desconhecem. Com isso, busca-se não apenas superar uma lacuna cognitiva na formação deles/as, como, sobretudo, ajudá-los/as a superarem preconceitos (relativos, por exemplo, à suposta ignorância do/a trabalhador(a) 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.

Nesse sentido, também porque os/as estagiários/as de um ano poderão compor a equipe do EIV do ano seguinte, é inegável que tal experiência ajude a desenvolver as habilidades não técnicas do engenheiro educador.

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, até porque a universidade não está institucionalmente implicada na organização dos encontros. Além disso, 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 para a engenharia popular (e a produção de tecnologia social). Seus limites, entretanto, quando comparados com os das iniciativas de extensão mais estruturadas e organicamente organizadas apresentadas anteriormente, são maiores. Não é apenas o fato de o estágio – quando organizado ou oferecido – ser facultativo e poder ser (geograficamente) inacessível para estudantes de instituições diferentes daqueles/as a que pertencem seus/as organizadores/as, 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/as que as vivem, 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, tais estágios parecem ser uma ótima ocasião.

#### **4. Propostas de ensino**

O segundo grande grupo de iniciativas inventariadas que têm como foco, em alguma medida, a formação de um perfil profissional como o do engenheiro educador hoje no Brasil é aquele que batizamos de propostas de ensino. Diferentemente dos exemplos de propostas extensionistas analisadas anteriormente, ainda que o foco aqui siga sendo a busca por se formarem engenheiros/as capazes de produzir tecnologia social (ou desenvolver engenharia popular), isso é obtido a partir sobretudo da incidência sobre o ensino. É assim que, então, teremos as propostas que se focam na metodologia pedagógica, na incorporação de disciplinas com enfoque CTS à grade curricular e na reconfiguração mais profunda desta; em estágios curriculares de vivência, que operam como instância tanto de articulação dos vários saberes acadêmicos aprendidos na universidade, como de contato, escuta e aprendizado com

os grupos hegemônicos; e em projetos universitários alternativos, que buscam prover um estudo contextualizado, integrado e interdisciplinar aos estudantes da instituição. Além disso, tais iniciativas possuem usualmente caráter obrigatório, de sorte que todos os estudantes precisam de algum modo passar por elas para integralizarem sua formação.

#### **4.1. Metodologia pedagógica, disciplinas com enfoque CTS e estrutura curricular**

O primeiro subgrupo das propostas de ensino é aquele que, grosso modo, busca ir incidindo gradativamente na estrutura local dos cursos de engenharia.

##### *4.1.1. Metodologia pedagógica*

Naquilo que concerne à metodologia pedagógica, as inovações implementadas, dentre aquelas que se inventariaram, são usualmente do tipo que, de um lado, asseguram uma relação mais dialógica entre professor(a) e aluno/a, em substituição ao puro método 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/a (futuro/a) engenheiro/a a mero/a reproduzidor(a) de técnicas, saberes e juízos já estabelecidos pela tecnocracia capitalista hegemônica (Dwek, 2011; Kuehn e Bazzo, 2004; Rufino *et al.*, 2013).

Múltiplas são as estratégias possíveis neste quesito. 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: 7-9) apresenta, 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 Universidade Federal de Ouro Preto.

97

Outro exemplo de prática pedagógica potencialmente promotora de criticidade é a adoção de projetos nas disciplinas teóricas que forcem a conexão entre aquilo que foi ou está sendo estudado e fragmentos da realidade nos quais tal conhecimento pode ser implementado. A disciplina de extensão *Gestão de Projetos Solidários*, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 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 (Lianza *et al.*, 2015b).

##### *4.1.2. Disciplinas CTS*

O desafio de se formarem engenheiros/as críticos/as e engajados/as (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 unilinear 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 (Sousa e Gomes, 2009; Dwek, 2010; Menestrina e Bazzo, 2004; Linsingen, Bazzo e Pereira, 2003).

O enfoque CTS 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 grandemente interdependentes (Dwek, 2010: 5-6; Maestrina e Bazzo, 2004).

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/às estudantes a possibilidade de estudarem e se envolverem com empreendimentos autogestionários. Isso é feito tanto a partir de estudo teórico plural e integrado, quanto de atividades de campo, as quais, na edição de 2015, constituíram cinco das quinze aulas do curso.<sup>4</sup> 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 (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 de se ater preponderantemente à discussão ou reflexão teórica, ainda que bastante ilustrada ou confrontada com exemplos concretos (Kuehn e Bazzo, 2004; Menestrina e Bazzo, 2004; Linsingen, Bazzo e Pereira, 2003).

#### 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/as estudantes implique, no mais alto grau possível, em refinado senso crítico e potencial engajamento em causas técnico-sociais populares, a terceira forma de propostas de ensino seria justamente a de se tentar reformular o currículo como um todo. Seu principal disparador recente, contudo, não foi propriamente um aumento de sensibilidade dos corpos docentes a tais pautas, mas a resolução 11/2002 da Câmara de Ensino Superior/ Conselho Nacional de Educação, que estipulou as novas diretrizes curriculares nacionais dos cursos de engenharia.

Com efeito, 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

4. Mais informações disponíveis em: <http://gestaodeprojetosolidarios.blogspot.com.br/>.

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 nacionais, alguns grupos viram a oportunidade de fazer avançar algumas pautas da engenharia popular (ou da tecnologia social).

Na Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Minas Gerais, por exemplo, a adequação assegurou tanto uma formação mais personalizada para os/as alunos/as, como a flexibilidade necessária para o curso adaptar-se às necessidades do mercado e às demandas por se formar um(a) profissional capaz de seguir sempre aprendendo. Ao lado desses ganhos no geral neutros para a perspectiva do engenheiro educador, porém, conseguiu-se que os projetos de extensão passassem a contar crédito para o/a aluno/a. Com isso, a extensão, que tem papel imprescindível para a formação para a engenharia popular, 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 (Carvalho e Moreira, 2009).

Os ganhos dessas readequações, entretanto, são no geral tímidos ou estão em disputa. No caso da Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina, por exemplo, que conta, em seu quadro docente, com militantes do CTS há pelo menos duas décadas (como Walter Bazzo), 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 atento às demandas sociotécnicas efetivas dos grupos marginalizados (Trennephol, 2014).

Isso posto, pode-se dizer que este primeiro grupo de propostas de ensino inegavelmente contribui para uma formação teórica potencialmente mais crítica dos/as estudantes. Além disso, excetuando-se o caso das disciplinas facultativas, trata-se de algo que em tese atinge, mesmo que em graus diferentes, praticamente todos/as os/as alunos/as. Pode-se também, por meio dessas iniciativas, instigar um ceticismo metodológico mais generalizado neles/as, condição de possibilidade para se darem conta de que, no geral, temos ainda muito a aprender, inclusive com os pobres e/ou marginalizados de nosso mundo. Por fim, a repercussão delas no ensino é evidente e seu potencial impacto sobre a pesquisa poderia ser no mínimo indireto, quanto menos não seja, através daquilo que logram conquistar ou ensinar àqueles/as que virão a compor os quadros da academia nacional no futuro.

Há, não obstante, alguns limites sérios nessas iniciativas também. O principal deles está relacionado a uma não imersão dos/as estudantes na realidade de exclusão, que só pode ser conseguida com atividades de tipo extensionista, como as que, por exemplo, a disciplina de extensão da UFRJ que citamos faz. Elas, entretanto, como o dissemos, constituem mais a exceção do que a regra no universo das iniciativas

com enfoque CTS (Barbosa Filho *et al.*, 2005; Carvalho e Moreira, 2009; Sousa e Gomes, 2009). Com isso, na média dos modos de propostas de ensino que inventariamos e analisamos aqui, a habilidade da empatia e do diálogo com os atores hegemônicos, 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.

#### 4.2. Estágio curricular de vivência

O segundo subgrupo das propostas de ensino refere-se a estágios de vivência ou imersão, nos quais os/as estudantes não apenas são enviados/as para viverem e aprenderem com segmentos marginalizados ou hegemônicos, como são preparados/as previamente para isso, acompanhados/as durante a experiência e, após a realização desta, são instados/as a refletir sobre elas e sintetizá-las (em relatórios ou monografias).

Exemplo lapidar disso é o do estágio de vivência rural do curso de agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), campus Castanhal. Tal estágio acontece em três etapas, cada uma de um mês, e nas quais os/as estudantes são enviados/as 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 mês de estágio, um relatório com a síntese acerca do vivenciado é pedido. Ao fim do último estágio, os/as alunos/as precisam redigir uma monografia e apresentá-la (PPP-Agronomia, 2010).

A proposta de cada um dos meses, porém, é distinta. No primeiro, espera-se que o/a 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/a estudante deverá participar da produção, junto com a família, atentando para o modo como eles executam essas atividades. Por fim, no terceiro e último mês, o/a 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 o grupo tenha (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/as 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. Isso é explicitamente obtido (ou ao menos buscado) com os relatórios ao fim de cada uma delas (Rosário *et al.*, 2014: 3; Felizardo *et al.*, 2015: 2, 12).

Analisando-se esse tipo de proposta, pode-se talvez afirmar que a incorporação de algo como um 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 engenharia popular. Tais estágios, de fato, parecem prover excelentes condições para que as habilidades do engenheiro educador – empatia, capacidade de dialogar, senso crítico e abertura para aprender – sejam grandemente praticadas. Essas 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 extensionista, ou seja, essa profunda abertura, sensibilidade e compromisso com as 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/as educadores/as demanda dos/as professores/as. Isso porque, diferentemente das propostas até aqui apresentadas, tanto extensionistas quanto de ensino, que eram muito mais delimitadas, podendo contar com o suporte ou a promoção dos militantes ou defensores da engenharia popular existentes na instituição, uma transformação mais ampla, que engloba a (quase) totalidade do curso – e de seus/suas docentes! –, pode ser não implementável na prática, justamente porque pode não contar com a adesão de parte significativa do professorado.

### 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 dos socialmente mais fragilizados 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.

Uma iniciativa que busca se aproximar dessa perspectiva é a relatada por Linsingen (2015), com respeito à criação do *campus* de Blumenau da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e 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 ao 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 que, por exigência legal, o novo *campus* deveria oferecer. Já com relação às duas licenciaturas demandadas pela lei, concluiu-se que, por conta das três engenharias escolhidas, elas deveriam ser inicialmente matemática e química, deixando em aberto a futura implementação das também necessárias licenciaturas em física e biologia (Linsingen, 2015: 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 ligados a esse eixo os/as professores/as das disciplinas de ciências humanas e sociais aplicadas, que constituem as matérias CTS dos cinco cursos. Eles/as atuariam transversalmente com relação aos outros dois eixos, o de formação tecnológica (ao qual se ligam os bacharelados em engenharia e os/as professores/as responsáveis pelas disciplinas técnicas deles) e o de educação, ciência e tecnologia (ao qual se vinculam as licenciaturas e seus/suas respectivos/as professores/as) (Linsingem, 201: 309-311).

Linsingem 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, “ao [se] estabelecer uma articulação formal e efetiva entre os eixos de formação tecnológica e de desenvolvimento regional e interação social, (...) [são criadas as] condições para uma definição colegiada interdisciplinar” (Linsingem, 2015: 314) de vários elementos centrais dos cursos. Disso resulta uma “formação mais ampla do engenheiro e [uma] percepção ampliada de seu campo de atuação” (idem: *ibidem*).

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 – permitirá 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), concorrerá também para reforçar o seu compromisso com a tecnologia social (e a formação de engenheiros/as educadores/as), para além do compromisso com as soluções técnicas convencionais (ou hegemônicas) que certamente serão demandas.

Pode-se talvez dizer que o passo que este terceiro tipo de proposta curricular 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 engenharia popular (ou 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 análise de um segundo caso, o da UFCA, mostra (Nascimento *et al.*, 2015), isso é basicamente tudo o que se pode garantir, maior poder de barganha. Com efeito, mesmo que a cultura de alguns espaços dessa universidade (como o Instituto do Semiárido – IESA), assim como os documentos definidores dela apontem no sentido da interdisciplinaridade e do compromisso com o desenvolvimento democratizado e empoderador dos territórios nos quais ela está presente, ao se analisar o seu curso de Engenharia Civil (PP – Engenharia Civil, 2007), por exemplo, percebe-se que muito ou quase tudo desse ideal está praticamente ausente aí. Talvez o grande diferencial de espaços como o IESA, para além daquilo que veio a se tornar a identidade oficial da universidade, esteja 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* (Cruz, 2017a).

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. Seu maior valor é o de se garantir parte das condições de possibilidade para que isso possa ter lugar, que é a de que tal pauta seja não apenas enunciável no seio da universidade, como os atores que a encampam contem com (mais) força política para que, ainda que dentro de certos limites, consigam fazê-la avançar.

## 5. Síntese possível

Antes de procedermos à exposição da síntese que, por ora, conseguimos estabelecer acerca das estratégias já tentadas no Brasil, de modo a avançarmos na formação do perfil profissional capaz de praticar engenharia popular, é preciso explicitarmos algumas ressalvas. Em primeiro lugar, como já se repetiu mais de uma vez, não se tentou fazer aqui um exame exaustivo de todas as iniciativas de algum modo relacionáveis à formação para a engenharia popular (ou para a tecnologia social) em curso ou já tentadas no Brasil. O que se buscou, com os casos apresentados, foi sobretudo ilustrar modos possíveis de nos havermos com os múltiplos aspectos de uma tal formação. 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.

103

Adicionalmente, uma vez que o exercício que se buscou empreender aqui foi o de refletir sobre uma formação que capacite para prática da engenharia popular (ou para a produção de tecnologia social por engenheiros/as populares), optou-se, nesse primeiro momento, por não se dialogar com autores/as que refletem sobre formação para toda a multiplicidade de perspectivas daquilo que Kleba (2017) chama de engenharia engajada. Isso não significa que essa reflexão seja desimportante, apenas que, para essa etapa inicial de pesquisa, faltou-nos tempo para percorrê-la.

No fundo, o que apresentamos neste trabalho aproxima-se mais de um esboço de projeto de pesquisa sobre formação em engenharia para a EP 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/as 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/as que, no Brasil, estejam empenhados/as em prover uma educação em engenharia tão próxima quanto possível daquela requerida para a prática de engenharia popular.

## Conclusões

Aquilo que nos dávamos como tarefa neste trabalho 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 a partir do diálogo com Paulo Freire: empatia para com os grupos populares com os quais se vier a trabalhar; capacidade de efetivamente dialogar com eles; censo 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.

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 engenharia popular. 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/a futuro/a engenheiro/a. Mas, de maneira mais apropriada, de ter nessas atividades os grandes norteadores ou estruturadores do curso de engenharia.

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* tecnocrático em que nos achamos cada vez mais aprisionados.

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/as 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 Brasil, 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 artigo 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 tipos abaixo. Alcançá-las, como se explicitará, poderá depender do esforço de apenas um(a) docente comprometido/a com causas como a da engenharia popular, do esforço de alguns/mas de tais docentes ou do de muitos/as deles/as. Nesse sentido, algum grau de formação complementar para a engenharia popular parece sempre disponível para os/as professores/as interessados/as nela (ou convencidos dela), ainda que, por vezes, de forma bastante limitada.

105

- *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/a docente comprometido/a com o ideal da formação de engenheiros/as potencialmente educadores/as. Ainda que tais trabalhos não consigam usualmente atingir todos/as os/as graduandos/as, por meio deles, várias das melhores e mais sensíveis mentes 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/as 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 miniestágio popular em disciplinas teóricas ou de extensão.* Nada impede, igualmente, que muitas disciplinas encorajem ou exijam dos/as 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 e 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 a 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 engenharia popular 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/as professores/as, para que eles/as, como afirmam Kuehn e Bazzo (2004), pudessem se despir não apenas de uma compreensão ingênua da técnica, como do entendimento 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/as 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 historicamente acontece na transição de paradigmas, ao contrário, é que os/as mais novos/as estudantes e cientistas serão apresentados/as ao mais novo deles e naturalmente aderirão a ele. Apenas quando essa nova geração

houver substituído os/as professores/as 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/as comprometidos/as 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/as estudantes que foram conquistados/as ao paradigma da engenharia popular, quando eles/as lograrem aceder ao posto de professores/as universitários/as. E se esse for efetivamente o caso, a urgência e a importância da formação de engenheiros/as educadores/as mostrar-se-ão ainda maiores.

### Referências bibliográficas

ADDOR, F. e HENRIQUES, F. C. (2015): *Tecnologia, participação e território – reflexões a partir da prática extensionista*, Rio de Janeiro, Editora UFRJ/ Faperj.

ADDOR, F. (2015): “A construção de um espaço contra-hegemônico na engenharia: o Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social (Eneds)”, em F. Addor e S. Lianza (org.): *Percursos na extensão universitária – saindo da torre de marfim*, Editora UFRJ/ FAPERJ, pp. 57-71.

BARBOSA FILHO, A., FREJ, N. y NETO, R. (2005): *A formação social do engenheiro de produção na UFPE: relatos de experiências bem-sucedidas*, II ENEDS – Rio de Janeiro – 16-17/set/2005.

CARVALHO, F. e MOREIRA, A. (2009): “Diretrizes curriculares para os cursos de engenharia: um aprimoramento”, VI ENEDS, Campinas, 17-18/set/2009.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (2002): Resolução CNE/CES 11/02, aprovado em 11 de março de 2002, Brasília, Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

CRUZ, C (2017a): *Tecnologia social: fundamentações, desafios, urgência e legitimidade*, tese doutorado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Filosofia, Universidade de São Paulo.

CRUZ, C (2017b): “Reflecting on Brazilian Popular [Grassroots] Engineering”, *20th Biannual Conference of the Society for Philosophy and Technology*, Darmstadt.

DWEK, M. (2010): “A atuação do engenheiro frente às tensões entre ciência, tecnologia e sociedade”, VII ENEDS, Teófilo Otoni, 23-24/set/2010.

DWEK, M. (2011) “A tenacidade da fantasia: propostas para a renovação da formação em engenharia”, VIII ENEDS, Ouro Preto, 19-21/set/2011.

EIV-SC (2015): *Estágio Interdisciplinar de Vivência*, Santa Catarina.

FELIZARDO, A., SANTOS, A., NASCIMENTO, W., REIS, A. e MELO, A. (2015): “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.

FEENBERG, A. (1999): *Questioning Technology*, New York, Routledge.

FEENBERG, A. (2002): *Transforming Technology: a critical theory revisited*, New York, Oxford University Press.

FEENBERG, A. (2010): *Between Reason and Experience: Essays in Technology and Modernity*. MIT Press.

FRAGA, L., SILVEIRA, R. e VASCONCELLOS, B. (2008): “O engenheiro educador”, *II Congresso da Rede de ITCPs: Economia Solidária e a Política e a Política da Economia Solidária*, São Paulo, USP.

FRAGA, L., ALVEAR, C. e CRUZ, C. (2019): "Na trilha da contra-hegemonia da engenharia no Brasil: da Engenharia e Desenvolvimento Social à Engenharia Popular", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, no prelo.

FREIRE, P. (1983 [1968]): *Extensão ou comunicação?*, Rio de Janeiro, Terra e Paz.

FREIRE, P. (1987 [1970]): *Pedagogia do Oprimido*, Rio de Janeiro, Terra e Paz.

HADDAD, A e BARROS, R. (2003): “Adequação curricular face às diretrizes curriculares para a engenharia”, XXXI COBENGE, Rio de Janeiro, 14-17/set/2003.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL (2004): “Tecnologia Social no Brasil: direito à ciência e ciência para cidadania”, *Caderno de Debate*, São Paulo, ITS.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL (2007): “Tecnologia Social”, *Caderno Conhecimento e Cidadania*, São Paulo, ITS.

KLEBA, J. (2017): “Engenharia engajada – desafios de ensino e extensão”, *Revista Tecnologia e Sociedade*, Curitiba, vol. 13, nº 27, pp. 172-189.

KUEHN, A. e BAZZO, W. (2004): “O que queremos da educação tecnológica?”, XXXII COBENGE, Brasília, 14-17/set/2004.

KUHN, T. (2006 [1962]): *A estrutura das revoluções científicas*, São Paulo, Perspectiva.

LIANZA, S., ADDOR, F., LOPES, V., CARVALHO, V. e NEPOMUCENO, V. (2015): “Saindo do casulo – a história da pesquisa-ação na cadeia produtiva da pesca

(Papesca/UFRJ)", em F. Addor e S. Lianza (org.): *Percursos na extensão universitária – saindo da torre de marfim*, Rio de Janeiro, Editora UFRJ/ FAPERJ, pp. 75-95.

LIANZA, S., BORGES, H., ADDOR, F. e THIOLENT, J. (2015b): "Gestão de projetos solidários: o coração do Soltec", em F. Addor e S. Lianza (org.): *Percursos na extensão universitária – saindo da torre de marfim*, Rio de Janeiro, Editora UFRJ/FAPERJ, pp. 21-36.

LIANZA, S., SILVA, V., MOLINETE, M., GONÇALVES, M., CASTRO, C. e NUNES, V. (2015c): "A práxis da Papesca/URFJ em sua disciplina de extensão", em F. Addor (org.): *Extensão e políticas públicas: o agir integrado para o desenvolvimento social*, Rio de Janeiro, Editora UFRJ/FAPERJ, pp. 195-210.

LINSINGEN, I., BAZZO, W. e PEREIRA, L. (2003): *Educação tecnológica no contexto da inovação social*, XXXI COBENGE, Rio de Janeiro – 14-17/set/2003.

LINSINGEN, I. (2015): "Perspectivas curriculares CTS para o ensino de engenharia: uma proposta de formação universitária", *Linhas Críticas*, vol. 21, n° 45, pp. 297-317.

MAIA, V., ALVES, L., MARTINS, L. e FREIRE, J. (2011): "Estágio interdisciplinar de vivência: troca de saberes entre os movimentos sociais e o movimento estudantil", *VIII ENEDS*, Ouro Preto, 19-21/set/2011.

MENESTRINA, T. e BAZZO, W. (2004): "Alternativas para a formação do engenheiro: as concepções de ciência, tecnologia e sociedade (CTS)", XXXII COBENGE, Brasília, 14-17/set/2004.

109

MOTTA, P. e SILVA, D. (2008): *Relato de estágio interdisciplinar de vivência – experiência prática e teórica da realidade rural brasileira*, Universidade Federal de Santa Catarina.

NASCIMENTO, I., ARRAIS, E., XENOFONTE, J. e CANUTO, F. (2015): "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.

ROSARIO, L., FREITAS, H., MATOS, C., MARQUES, R. e REIS, A. (2014): "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.

RUFINO, S., FILHO, W., SANTOS, F., GOMES, P. e ARAUJO, F. (2013): "Transcendendo os conhecimentos tradicionais na formação de engenheiros: as experiências e estratégias na UFOP", X ENEDS, Rio de Janeiro, 10-13/set/2013.

SILVA, S., SILVA, L. e EID, F. (2014): "Experiência da Atuação do Engenheiro Agrônomo na Extensão: da formação convencional à extensão rural", XI ENEDS, Castanhal, 24-26/set/2014.

SOUSA, C. e GOMES, G. (2009): “A importância do enfoque CTS na graduação de engenheiros e tecnólogos”, VI ENEDS, Campinas, 17-18/set/2009.

TRENNEPHOL, A. (2014): “Os limites do currículo e os problemas de uma formação tecnicista”, XI ENEDS, Castanhal, 24-26/set/2014.

### **Outros documentos**

ITCP-FGV. Disponível em: <http://www.itcpfgv.com/>. Acessado em: 08/abr/2016.

ITCP-UFRJ. Disponível em: <http://www.itcp.coppe.ufrj.br/>. Acessado em: 08/abr/2016.

ITCP-Unicamp. Disponível em: <http://www.itcp.unicamp.br/>. Acessado em: 08/abr/2016.

ITCP-USP. Disponível em: <http://www.itcp.usp.br/>. Acessado em: 08/abr/2016.

PP – Engenharia Civil, Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil, Juazeiro do Norte, UFC, 2007.

PPP – AGRONOMIA, Projeto Político Pedagógico do Curso de Agronomia do IFPA/Campus Castanhal, IFPA, MIMEO, 2010.

110

### **Como citar este artigo**

CORDEIRO CRUZ, C. (2019): “Engenheiro educador: experiências brasileiras de formação do perfil técnico capaz de praticar engenharia popular”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, vol. 14, n° 40, pp. 81-110.