

Avaliação da formação para a engenharia engajada do LabCTS/ITA: impactos nas/os alunas/os

RESUMO

Cristiano Cordeiro Cruz
Laboratório de Cidadania e
Tecnologias Sociais (LabCTS) -
Instituto Tecnológico de Aeronáutica
(ITA)
São José dos Campos, São Paulo

John Bernhard Kleba
Instituto Tecnológico de Aeronáutica
(ITA)
Professor Associado IV de
Sociologia e Ciências Políticas
São José dos Campos, São Paulo

Têm se multiplicado práticas de engenharia não convencionais que buscam algum grau de empoderamento de grupos vulnerabilizados. Elas são chamadas de “engenharias engajadas”. Tais práticas demandam ao menos seis competências além das trabalhadas classicamente nos cursos de engenharia. Neste artigo, são analisados os impactos da disciplina Tecnologia e Sociedade, do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, no desenvolvimento dessas competências adicionais. Ela é uma das frentes de atuação do Laboratório de Cidadania e Tecnologias Sociais (LabCTS). Trata-se de uma disciplina obrigatória que articula teoria e extensão. Os impactos dela na formação das/os alunas/os serão analisados a partir de três instrumentos: questionário escrito; entrevistas; e parecer das/os mentoras/es das/os alunas/os. O artigo debate os resultados obtidos em todas as seis grandes competências adicionais, incluindo dificuldades, estratégias para lidar com estas e possibilidades de aprimoramento na atuação do LabCTS.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharias engajadas. Educação em engenharia. Formação de competências. Educação CTS. Extensão.

INTRODUÇÃO

O Laboratório de Cidadania e Tecnologias Sociais (LabCTS) do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) tem desenvolvido e aprimorado, desde 2009, diversas atividades de ensino, extensão e pesquisa, com o objetivo de contribuir com a formação de engenheiras/os tecnicamente capacitadas/os para práticas engajadas da engenharia e para um exercício crítico da cidadania¹ (CROCCO *et al.*, 2021; KLEBA; CRUZ, 2020; CRUZ, 2021a).

Em linhas gerais, práticas desse tipo podem assumir diferentes formas, como o empreendedorismo social buscado pela Enactus (UNGARI, 2021; ALVEAR *et al.*, no prelo), a geração de capital social comunitário perseguido pelas intervenções da Teto (MELO *et al.*, 2021), a solução de emergências pontuais do tipo da prática humanitária dos Engenheiros Sem Fronteiras no Brasil (MOREIRA; CAVALCANTI; SILVA, 2021; ALVEAR *et al.*, 2022) e a busca da construção de uma ordem sociotécnica pós-capitalista da Engenharia Popular (ARAÚJO; RUFINO, 2021).

Em comum, todas essas distintas atuações não convencionais da engenharia buscam algum grau de empoderamento dos grupos ou comunidades vulnerabilizados com os quais trabalham, visando avançar em direção a transformações sociais, políticas e/ou ambientais de maior ou menor amplitude (ALVEAR; CRUZ; KLEBA *et al.*, 2021). Tal empoderamento possui ao menos oito dimensões diferentes e complementares, cuja articulação, com menor ou maior cuidado e criticidade, produz efeitos menos ou mais emancipadores. Quando desenvolvidas de forma acrítica ou irrefletida, essas intervenções correm o risco de engendrar desempoderamento (KLEBA; CRUZ, 2022).

No que concerne especificamente ao LabCTS, sua atuação e o perfil profissional com cuja formação ele busca contribuir têm como pilares centrais os seguintes entendimentos: 1) tecnologia e sociedade conformam-se mutuamente na construção de uma ordem que é técnica e social ao mesmo tempo, ou seja, sociotécnica (FEENBERG, 2019a; 2019b; 2022); 2) toda cosmovisão ou cosmologia pressupõe soluções técnicas específicas – ou cosmotécnicas –, de modo a se viabilizar (HUI, 2016; 2017; 2020); 3) visões disruptivas do status quo, sejam utópicas ou distópicas, envolvem posicionamentos ético-políticos e de questionamento de ordens ontológicas, epistemológicas e políticas hegemônicas (KLEBA, no prelo); 4) a construção de outras ordens sociotécnicas ou a emulação de outros mundos (ou cosmologias/cosmovisões) possíveis requer tecnologias específicas que as suportem (CRUZ, 2021a; 2021b; 2022); 5) a construção dessas outras tecnologias demanda, em algum grau, outras formas de praticar a engenharia e outros conhecimentos que a fundamentem (como acontece em várias das práticas engajadas conhecidas) (CRUZ, 2021b; 2021c).

Neste artigo, o foco não será no estabelecimento ou problematização das bases teóricas que justificam as opções de ensino, extensão e pesquisa do LabCTS. Tais reflexões, ainda que estejam em contínuo aprimoramento, já se encontram em publicações como: CROCCO *et al.*, 2021; KLEBA; CRUZ, 2020; 2021.

O exercício que se buscará fazer aqui é, partindo-se da leitura de diferentes instrumentos avaliativos, analisarem-se os impactos, na formação das/os alunas/os, de uma disciplina oferecida pelo LabCTS no primeiro semestre de 2022.

Para isso, na primeira seção, essa disciplina é apresentada. Na seção seguinte, são rapidamente apresentadas as seis competências que a prática engajada da engenharia requer, em acréscimo às competências técnicas tradicionalmente trabalhadas nos cursos superiores da área. Na terceira seção, são apresentados os três instrumentos avaliativos adotados: avaliação por escrito, entrevistas e avaliação feita pelas/os mentoras/es.

Na seção seguinte, os dados provenientes desses três instrumentos são compilados, de modo a subsidiar as análises feitas acerca do impacto da disciplina no desenvolvimento das seis competências requeridas para a prática da engenharia engajada. Na última seção, são sistematizadas algumas considerações gerais sobre a formação provida pelo LabCTS, destacando-se tanto fortalezas e desafios internos dele, com respeito à formação que busca oferecer, quanto condições institucionais do ITA que delimitam sua atuação possível.

DISCIPLINA TECNOLOGIA E SOCIEDADE (HUM-70)

O LabCTS tem, no rol das atividades que oferece e que estão ligadas diretamente à formação para a engenharia engajada, uma disciplina obrigatória e duas eletivas, além da assessoria em atividades de extensão. Neste artigo, o foco será dado apenas à disciplina obrigatória, e, em particular, à edição dela do primeiro semestre de 2022.

Essa disciplina é chamada Tecnologia e Sociedade, tendo a sigla HUM-70. Ela é a disciplina de CTS que havia sido tornada obrigatória pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (dos cursos de engenharia) de 2002, e que passou a ser implementada no ITA em 2005, inicialmente de forma apenas teórica. HUM-70 é oferecida todo semestre para duas turmas de cerca de 40 alunas/os do primeiro ano cada, de modo que metade das/os ingressantes a cursa no primeiro semestre, e a outra metade, no segundo.

A disciplina tem três horas-aula por semana, em um semestre de 16 semanas letivas. Desde 2018, a disciplina passou a ser ministrada combinado teoria (32 horas) e um projeto de extensão (16 horas) chamado de pFEC – Projeto de Formação em Engenharia e Cidadania. Na edição de 2022, o pFEC foi realizado em parceria com duas organizações: a Escola Estadual de Ensino Médio Integral Nelson Monteiro; e a cooperativa de resíduo eletrônico Coopertech.

A metodologia de extensão adotada pelo LabCTS é o *design thinking* social, que conta com as etapas de imersão, ideação, validação, protótipo, teste-avaliação-refinamento e implementação, e que busca conjugar pesquisa-ação e criatividade na co-construção de soluções empoderadoras das comunidades e organizações parceiras (CROCCO e tal., 2021). Para tanto, o pFEC conta com a mentoria individual dos grupos de alunas/os, que é ofertada por docentes do LabCTS e colaboradoras/es.

Desde maio de 2022, além disso, o pFEC conta com uma linha de financiamento do ITA para disciplinas de extensão, que assegura uma verba

semestral de R\$ 13.000,00, para custear os gastos dos grupos de alunas/os em seus projetos².

QUAIS IMPACTOS SÃO PERSEGUIDOS NA FORMAÇÃO?

A prática engajada da engenharia pressupõe uma formação que suplemente a formação técnica tradicional oferecida (ou, idealmente, construa, com e para além desta, um todo orgânico) de modo a desenvolver nas/os alunas/os um perfil profissional engajado que englobe também as seguintes seis competências^{3, 4} (cf. CRUZ; KLEBA; ALVEAR, 2021a, p. 23-25):

1. **Senso crítico** ou leitura crítica da realidade, englobando particularmente, mas não se restringindo: à não neutralidade da tecnologia ou compreensão do insuperável imbricamento entre ciência, tecnologia e sociedade; à consciência crítica dos atributos da atividade projetiva emancipadora, integrando os valores e ferramentas das demais cinco categorias abaixo⁵;
2. **Empatia**, como busca por se colocar na posição do outro, num exercício de sensibilidade, pesquisa e compreensão da alteridade (MATHEUS; DORNELAS, 2020);
3. **Cuidado**, em sua tripla acepção de trabalho, afeto e/ou compromisso⁶, mas também posicionamento de cultivo de comunidade (KLEBA, no prelo);
4. **Capacidade de selecionar, adaptar e/ou desenvolver conhecimentos e ferramentas sociotécnicas empoderadoras** do grupo/comunidade local;
5. **Capacidade de co-construir**, em oposição à postura tecnocrática (de levar o saber), idealmente, em todo o processo de intervenção (i.e., desde a definição do problema até a implementação da solução (trocar saberes mutuamente)⁷;
6. **Capacidade de diálogo de saberes** ao longo de todo o processo de co-construção.

As seis competências expostas devem ser entrelaçadas, constituindo os elementos essenciais de projetos sociotécnicos engajados. Todas elas contêm atributos de formação nas esferas do saber-que (teoria) e do saber-fazer (práticas). Algumas delas incluem aspectos atitudinais, ou seja, posicionamentos ético-políticos e socioemocionais, como o cuidado.

Existem diferentes itinerários formativos que buscam dar conta de ao menos parte (de alguns) desses componentes (CRUZ; KLEBA; ALVEAR, 2021b). Em todos, no entanto, subsiste o desafio de avaliar o impacto ou efetividade da formação oferecida. Mesmo em programas bem estabelecidos, como o projeto CREES da Universidad Nacional de Quilmes (ALTSCHULER *et al.*, 2021), a *Humanitarian Engineering* da Colorado School of Mines (LUCENA; KLEINE, 2021) e a formação oferecida pelo Soltec da Universidade Federal do Rio de Janeiro (ALVEAR *et al.*, 2021), permanecem muitas lacunas, ao lado de práticas avaliativas frequentemente incipientes (CRUZ; KLEBA; ALVEAR, 2021c).

Nas próximas seções, será apresentado o esforço do LabCTS de construir ferramentas avaliativas e análises que o auxiliem nesse processo de mensurar os

impactos das atividades formativas que oferece e, a partir disso, no aprimoramento destas.

LEVANTAMENTO DE DADOS

Desde a sua origem, o LabCTS tem buscado aprimorar a avaliação da formação que provê, com vistas à contínua melhoria desta. Para tanto, ele tem desenvolvido uma variedade de instrumentos avaliativos que, no entanto, nem sempre dialogam ou se articulam de forma orgânica entre si. Nesta parte, os principais desses instrumentos são apresentados. Na parte seguinte, uma articulação entre eles será buscada, de modo a se tentar construir uma análise mais consistente do grau de êxito do LabCTS na capacitação que ele persegue para a prática engajada da engenharia.

É importante ressaltar que, ainda que este artigo se atenha à disciplina obrigatória (HUM-70), os instrumentos apresentados são utilizados também nas duas disciplinas eletivas oferecidas pelo LabCTS e diretamente ligadas à formação para a engenharia engajada: *Construção de projeto de tecnologia engajada* (HUM-61) e *Implementação de projeto de tecnologia engajada* (HUM-62)⁸.

Avaliações escritas e seminários

No que concerne a elementos teóricos do tipo saber-que (abarcados no senso crítico), HUM-70 tem conseguido bons resultados avaliativos, com a articulação de provas e seminários temáticos desenvolvidos pelas/os alunas/os, juntamente com uma avaliação final sobre a disciplina.

Mentorias

Já com respeito aos elementos mais práticos do tipo saber-fazer e aspectos atitudinais (i.e., cuidado, empatia, seleção de conhecimentos técnicos adequados, co-construção e diálogo de saberes), as mentorias dadas aos grupos durante a realização do pFEC têm se mostrado como um poderoso espaço a um só tempo formativo e avaliativo.

Na edição do primeiro semestre de 2022 da disciplina, as/os alunas/os se organizaram em 20 grupos diferentes de quatro membros cada, que atuaram junto à Escola Estadual Nelson Monteiro (12 grupos) ou à cooperativa de resíduos eletrônicos Coopertech (8 grupos), ambas sediadas em São José dos Campos, SP. Cada grupo foi acompanhado por uma/um de seis docentes responsáveis pela mentoria por assim dizer não técnica (relativa à abordagem à comunidade, ao diálogo de saberes etc.). Além disso, seis grupos contaram também com a mentoria de docentes da área técnica ou de profissional técnico-administrativo.

A partir do momento em que as ideias dos grupos foram validadas pela escola e pela cooperativa, eles tiveram praticamente dois meses para (co-)construir e implementar o projeto. Ao longo desse tempo, contaram com reuniões semanais com as/os docentes mentoras/es. Os projetos idealizados, o estágio em que se encontravam quando do encerramento do semestre e uma avaliação sucinta da/o mentora/mentor estão sistematizados abaixo.

Tabela 1: Projetos desenvolvidos com a Escola Nelson Monteiro

PROJETO	ESTÁGIO	AVALIAÇÃO
Automação da irrigação de um jardim vertical	Pronto para ser implementado pelas/os alunas/os da escola	Muito bom. Destaques: proatividade e empenho do grupo; boa parceria com estudantes e docentes da escola.
Desenho e soldagem de bicicletário para as/os alunas/os da escola.	Pronto para ser entregue à escola	Bom. Destaques: empenho do grupo nas semanas finais; e dificuldades com atrasos.
Controle digital de acesso das/os alunas/os à escola	Pronto para ser implementado pela escola	Muito bom. Destaques: dedicação e empenho do grupo; capacidade de lidar com mudanças no projeto; soluções criativas, eficazes e exequíveis; demanda autônoma da escola.
Criação de ambiente de descanso para as/os alunas/os na escola	Pronto para ser implementado pela escola	Excelente. Destaques: criatividade, proatividade, empenho, dedicação e abertura do grupo.
Gincana de reciclagem	Pronto para ser implementado pelas/os alunas/os da escola	Muito bom. Destaques: bom diálogo e co-construção com o grêmio da escola.
Manual de carreiras para as/os alunas/os da escola	Esboço parcialmente concluído	Regular. Destaques: ideia interessante; rigidez e desarticulação do grupo.
Marketing: campanhas de arrecadação de fundos para financiar atividades paradidáticas da escola	Esboço não concluído	Regular. Destaques: ideias iniciais muito boas; falta de aprofundamento delas, de diálogo com a escola e de empenho.
Melhoria em uma planilha que compila dados das/os alunas/os	Primeiro protótipo entregue	Regular/bom. Destaques: compromisso flutuante; demanda autônoma da escola.
Organização do acervo da biblioteca da escola	Pronto para ser implementado pela escola	Excelente. Destaques: empenho e dedicação do grupo; muito boa interlocução com mentora técnica (bibliotecária do ITA)
Parceria da escola com a cooperativa para a coleta e venda de material reciclável	Esboço não concluído	Ruim. Destaques: falta de empenho e compromisso do grupo.
Sistema de som da escola	Esboço não concluído	Ruim. Destaques: falta de empenho, compromisso e seriedade do grupo.
Trabalho de cuidado da saúde mental das/os alunas/os da escola	Pronto para ser implementado pela escola	Muito bom. Destaques: empenho e criatividade do grupo.

Tabela 2: Projetos desenvolvidos com a Coopertech

PROJETO	ESTÁGIO	AVALIAÇÃO
Campanha de marketing para atrair mais doadoras/es para a cooperativa	Esboço não concluído	Regular. Destaques: grupo pouco empenhado; falta de iniciativa para a superação de desafios solucionáveis.
Criação de certificação ambiental, a ser fornecida pela cooperativa a empresas/empreendimentos interessados/os	Versão preliminar concluída	Excelente. Destaques: grupo proativo, dedicado e aberto ao diálogo.
Criação de um museu físico e digital a partir de material antigo/emblemático mantido pela cooperativa	Pronto para ser implementado pela cooperativa	Excelente. Destaques: empenho, proatividade, dedicação e abertura do grupo.
Programa de fidelidade ambiental: parceria entre a cooperativa, empresas parceiras e clientes/doadores com diferentes ganhos para todos	Versão preliminar concluída	Excelente. Destaques: grupo trabalhador, pesquisa de campo instrutiva, ótimo projeto e boa experiência formativa
Soluções de logística que otimizem as coletas da cooperativa	Pronto para ser implementado pela cooperativa	Muito bom. Destaques: grupo trabalhador, aberto e proativo.
Fundição do alumínio e criação de produtos à base desse material para agregar valor	Primeiro protótipo concluído	Excelente. Destaques: grupo altamente proativo e motivado; interlocução autônoma com docentes da área técnica e experimentação em laboratório; solução final exequível e interessante.
Construção de máquina de descascar fios de cobre – <i>dois grupos trabalharam em parceria aqui</i>	Pronto para ser implementado pela cooperativa	Muito bom. Destaques: grupo proativo e trabalhador; trabalho desenvolvido em parceria com a disciplina de desenho técnico.

Entrevistas

As entrevistas aconteceram depois da conclusão da disciplina. Para elas, foram selecionadas/os alunas/os que pareciam representar diferentes perfis com respeito às seis competências para a prática engajada da engenharia. A categorização desses perfis foi feita a partir da análise das respostas dadas pelas/os alunas/os no formulário de avaliação final da disciplina⁹. Sessenta e cinco das/os oitenta alunas/os das duas turmas responderam ao questionário. Foram seis os perfis a que se chegou com essa análise:

- Desinteresse/fechamento: pessoas que, por desinteresse ou fechamento, não se envolveram com o curso. 10 respondentes foram enquadradas/os nesta categoria;

- Engenharia convencional: pessoas para as quais a disciplina colaborou em alguma medida com o desenvolvimento das assim chamadas *soft skills*, mas restritas ao âmbito de uma prática convencional da engenharia. Trata-se, assim, de estudantes que aparentemente não deram passos em direção à prática engajada da engenharia, mas que reconhecem na disciplina espaço relevante de formação para a prática técnica convencional. 17 respondentes foram enquadradas/os nesta categoria;
- Algum senso crítico / alguma compreensão da relação entre ciência, tecnologia e sociedade: pessoas que aparentam ter desenvolvido alguma criticidade, mas que não mostram compromisso com a mudança do mundo ou a busca por praticar uma engenharia diferente da engenharia convencional. Ou seja, são pessoas que parecem ter dado passos na competência do senso crítico. 16 respondentes foram enquadradas/os nesta categoria;
- Responsabilidade social / cidadania: pessoas que relatam algum grau de compromisso com a mudança do mundo (ou tomada de consciência desse compromisso), mas que parecem dissociar isso da prática da engenharia, em uma perspectiva de voluntariado/engajamento social não tecnológico. Trata-se de pessoas que parecem ter dado passos quanto ao senso crítico e cuidado, e, em vários casos, também à empatia. 9 respondentes foram enquadradas/os nesta categoria;
- Responsabilidade social + prática mais sensível da engenharia: pessoas que, além de compromisso/responsabilidade social manifestam algum entendimento de que é necessário praticar-se uma engenharia “mais sensível” ou mais dialógica, mas que não mencionam a questão da co-construção explicitamente. Ou seja, são pessoas que, além do senso crítico, empatia e cuidado, deram passos também na da capacidade de selecionar conhecimento sociotécnico apropriado para uma prática da engenharia que colabora com o empoderamento do grupo/comunidade local. 9 respondentes foram enquadradas/os nesta categoria;
- Responsabilidade social + engenharia com co-construção: pessoas que, junto à responsabilidade social, mencionam a necessidade de se praticar uma engenharia que permita a co-construção. Trata-se de pessoas que parecem ter dado passos nas seis competências complementares da prática engajada da engenharia. 4 respondentes foram enquadradas/os nesta categoria.

Excetuando-se o primeiro perfil (Desinteresse/fechamento)¹⁰, foram selecionadas duas pessoas de cada um dos demais para a entrevista¹¹. O propósito principal dela foi tanto corroborar ou refutar a identificação dessas pessoas com os perfis que lhes foram atribuídos e ter mais elementos para identificar se elas haviam dado os passos associados a cada um deles, quanto identificar as (ou algumas das) condições para que esses passos acontecessem de fato ou não. Buscou-se, assim, selecionar uma amostragem de estudantes que, pelas respostas dadas, pareciam estar mais claramente dentro do perfil com que foram identificadas, de forma a garantir o maior espectro possível de variação no ensino-aprendizagem e nas narrativas da/do estudante com os projetos de extensão realizados.

ANÁLISE DOS DADOS LEVANTADOS

Cumpra agora analisarem-se os dados levantados nas entrevistas, nas mentorias e nos formulários de avaliação da disciplina, de modo a se identificarem:

- a) Os passos dados nas seis competências fundamentais para a prática engajada da engenharia;
- b) Quais condições parecem ter sido importantes ou necessárias para que isso acontecesse;
- c) Aprimoramentos nas práticas formativas do LabCTS que possibilitem (ou encorajem) que mais desses passos sejam dados, e por mais estudantes.

Em termos gerais, as entrevistas confirmam a existência dos cinco perfis que, juntamente com o das/os desinteressadas/os ou fechadas/os, foram construídos a partir da análise das respostas dadas pelas/os alunas/os ao formulário de avaliação da disciplina. Elas tornaram patente também a necessidade de se fazerem algumas ressalvas.

Primeiro, quatro das/os dez respondentes pareceram se enquadrar melhor em um tipo diferente daquele com o qual foram identificadas/os a partir apenas da análise das respostas ao formulário. De uma parte, isso explicita as limitações, já sabidas de antemão, de se basearem análises como as buscadas aqui apenas em respostas não dialogadas (ou “objetivas”) e em um único instrumento de escuta. De outra parte, isso também indica que a distribuição das/os 65 respondentes pelos seis tipos é em alguma medida diferente daquela apresentada anteriormente.

Segundo, as fronteiras entre esses perfis nem sempre são muito claras ou precisas, com sete das/os dez respondentes deslocando-se entre dois ou três deles, a depender da questão colocada. Por um lado, isso parece indicar que a transposição de certos limiares não se dá usualmente por completo, dentro do contexto estudado, permitindo movimentos de avanço e recuo, conforme advoga a teoria do limiar em contextos de ensino-aprendizagem para temas complexos (BAILLIE; BOWDEN; MEYER, 2013).

Tal coisa, aliás, seria bastante natural, dado: 1) tratar-se de alunas/os de 1o ano; 2) ser HUM-70 uma disciplina com pequena carga horária (tendo-se em vista as seis competências que precisaria trabalhar, o caráter tecnicista da maior parte da formação do ITA e o vestibular da instituição, que sequer conta com questões de disciplinas das Humanidades (com exceção de português e inglês), selecionando estudantes que chegam a não ter nem o básico de um letramento em história, geografia, ciências sociais e/ou filosofia); e 3) por conta dessa pequena carga horária geral da disciplina, de experiência extensionista muito abreviada.

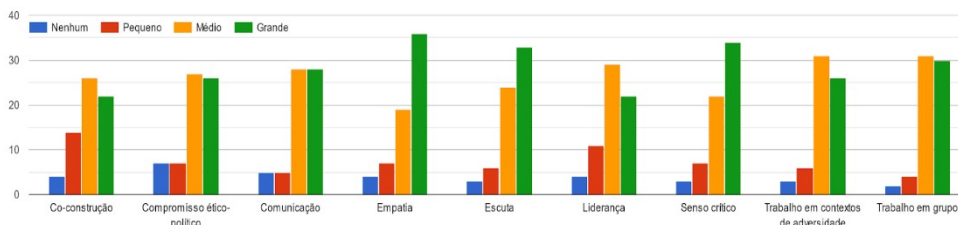
Por outro lado, essa fluidez entre os tipos pode talvez indicar a necessidade de se elaborarem outros deles, mais precisos, ou capazes de combinar mais elementos.

No questionário de avaliação da disciplina, as/os alunas/os foram diretamente perguntadas/os sobre o grau com que ela as/os ajudou a desenvolver as competências de co-construção, compromisso ético-político,

comunicação, empatia, escuta, liderança, senso crítico, trabalho em contextos de adversidade e trabalho em grupo. Compilando-se as 65 respostas dadas, tem-se, respectivamente:

Figura 1: respostas das/os alunas/os

Pensando nas habilidades e competências abaixo, em qual grau HUM-70 permitiu que elas fossem desenvolvidas ou aprimoradas em você?



Articulando-se esses dados com os provenientes das entrevistas e das observações das/os mentoras, é possível sustentarem-se as análises a seguir.

O conceito de não neutralidade foi, em maior ou menor grau, reconhecido pelas/os dez entrevistadas/os. Percebe-se claramente, nas respostas dadas, que o trabalho desenvolvido na parte teórica do curso é o principal responsável por se alcançar esse entendimento. Mas a tecnologia a que usualmente as/os entrevistadas/os se referem tem menos ou pouco a ver com as soluções técnicas que elas/es próprias/os desenvolveram nos projetos que realizaram na disciplina, permanecendo quase sempre presa a exemplos trazidos na sala de aula ou a casos mais explícitos (como o de soluções para pessoas ricas e atreladas ao status social). Nesse sentido, ainda que as/os entrevistadas/os se afastem da resposta tecnocrática da neutralidade, e que seis delas/es pareçam ter de fato dado passos importantes aqui (transitando de uma leitura ingênua para uma crítica/contextualizada do fenômeno tecnológico), é difícil mensurar o quanto isso efetivamente impactou o projeto que desenvolveram, ou, de forma mais ampla, a compreensão de sua prática como futuras/os idealizadoras/es, produtoras/es, operadoras/es e/ou promovedoras/es potenciais de tecnologia.

Com respeito ao conceito de empoderamento, ele não apareceu em nenhuma das entrevistas, nem nas respostas ao formulário. Isso parece indicar que ele não foi suficientemente trabalhado na teoria com as/os estudantes. O fato de ele estar ausente nas questões feitas em ambos os casos (formulário e entrevista) parece indicar que o tema do empoderamento ainda precisa dar passos nos debates, reflexões e práticas do LabCTS.

Quanto a outros dois elementos teóricos associados ao senso crítico e, de certa forma, perseguidos pelo LabCTS – problematização do conhecimento técnico estabelecido; e reconhecimento do ganho potencial do diálogo de saberes para o alargamento da engenharia –, eles foram apenas muito fracamente alcançados e em poucos casos. Isso já era esperado. Tal ponto será retomado mais à frente.

Quando a competência do senso crítico é considerada em sentido mais amplo, não restrita aos, ou identificada apenas com os quatro conceitos discutidos acima, 56 (86%) das/os respondentes do questionário de avaliação entendem que ela foi muito (34) ou medianamente (22) desenvolvida em HUM-70. Ela também está presente em algum grau em todas/os as/os

entrevistadas/os, mesmo naquelas/es que foram enquadradas/os no tipo “engenharia convencional” (nos quais, de todo modo, ela assume uma posição mais periférica). De uma parte, isso fica evidente naquilo que se analisou há pouco a respeito do conceito de neutralidade da tecnologia: as/os entrevistadas/os conseguem enxergar o fenômeno tecnológico em uma perspectiva mais abrangente do que a tecnocrática clássica e, em alguns casos, percebem inclusive grupos de poder e projetos de mundo em disputa aí. De outra parte, e de forma mais ampla, o senso crítico delas/es parece manifestar-se em dois modos ou graus diferentes:

- a) Crítica não estrutural: engloba as pessoas que reconhecem certos problemas na ordem estabelecida (como desigualdades, injustiças e guerras) e a necessidade de superá-los, mas não identificam (nem problematizam) causas eventualmente estruturais deles. Estão nesse grupo as/os quatro respondentes enquadradas/os nas categorias “Engenharia convencional” e “Algum senso crítico / compreensão da relação CTS”;
- b) Crítica estrutural: engloba as pessoas que apontam que os principais problemas a serem superados são o preconceito (de cor/raça, gênero e identidade e/ou orientação sexual) e/ou a desigualdade/injustiça social, que são vistos por elas como tendo uma causa estrutural (i.e., racismo, machismo, LGBTQIA+fobia, capitalismo etc.). A superação apontada por essas pessoas para tais problemas passa por algum grau de mudança estrutural, como a superação do capitalismo, a oferta de serviços básicos gratuitos, o desenvolvimento de programas de renda mínima, a promoção de políticas públicas e mudanças na educação básica oferecida.

A disciplina contribui com o desenvolvimento do senso crítico tanto pela reflexão teórica quanto pelo pFEC. Neste caso, são relatadas coisas como: a possibilidade de saída da própria bolha de classe média¹² e o contato com realidades até então nunca testemunhadas na prática (i.e., escola pública ou cooperativa de reciclagem); a possibilidade de se perceberem os impactos sociais positivos que a engenharia pode ter na vida de pessoas vulnerabilizadas (em contraposição à engenharia convencional, focada apenas ou majoritariamente no lucro); a percepção de que a/o engenheira/o não tem todo o conhecimento necessário (para projetos de engenharia engajada), e que tem muito a aprender com o grupo/comunidade local; a percepção de que a engenharia pode estar a serviço do bem-estar ou “bem viver” da sociedade (em contraposição a certa visão que a toma como algo neutro e relacionado à otimização (da operação) de máquinas e sistemas técnicos).

A competência da empatia é reconhecida por oito das/os entrevistadas/os como fundamental para a prática da engenharia engajada, apresentando-se sob diferentes formas ou denominações: capacidade de entrar no mundo das – ou de entender as – pessoas com/para as quais se trabalha na engenharia engajada; capacidade de receber os problemas das pessoas – e mesmo ajudá-las a se darem conta deles; saber se colocar no lugar do outro / sair de seu mundo. Já a competência do cuidado parece se manifestar em coisas como: capacidade de se comunicar sem (aparentar) ofender ou menosprezar ninguém; compromisso com a melhoria da vida das pessoas; força de vontade/empenho; senso de dever/constância; responsabilidade. Ela apareceu em seis das dez entrevistas.

A importância dessas competências é reconhecida, em parte, por conta do conteúdo trabalhado em sala de aula. Mas parte desse reconhecimento vem também de uma análise crítica da própria atuação no pFEC, seja pela percepção de que tais competências foram mobilizadas/praticadas – e isso foi fundamental para que o projeto se desenvolvesse a contento –, seja pela percepção da ausência (parcial) delas e do impacto disso no desenvolvimento do projeto.

De todo modo, diferentemente de um conceito (e.g., não neutralidade da tecnologia ou empoderamento) ou uma competência teórica (e.g., senso crítico), empatia e cuidado pressupõem mais do que apenas serem reconhecidos como importantes, definidos adequadamente e utilizados de forma consistente em raciocínios, juízos teóricos ou discursos. Eles requerem também um saber-fazer, uma experiência do *mundo vivido (Lebenswelt)*, traduzido na capacidade de se perceber a/o outra/o, escutá-la/o, importar-se com ela/e e estar de fato a seu lado em seus desafios e lutas. No questionário de avaliação da disciplina, 36 responderam que esta as/os ajudou muito a desenvolver a empatia, 19, que ela ajudou medianamente, 7, que ajudou pouco e 4, que não ajudou em nada. Já com respeito ao cuidado enquanto compromisso ético-político, esses números foram, respectivamente, 26 (muito), 27 (mediano), 7 (pouco) e 7 (nada). Já no entendimento das/os docentes mentoras/es, em 12 dos 20 projetos, estiveram presentes elementos menos ou mais incipientes desse duplo saber-fazer em ação: aqueles avaliados como muito bons ou excelentes. Sete das/os dez entrevistadas/os eram membros desses grupos.

Com respeito à capacidade de selecionar, adaptar e/ou desenvolver conhecimentos e ferramentas sociotécnicas empoderadoras, HUM-70 propiciou algum desenvolvimento apenas no que concerne à seleção de conhecimento técnico apropriado. Isso foi ativamente incentivado pelas/os docentes mentoras/es, tendo sido verificado, em graus diferentes, em oito dos dez projetos que lançaram mão de algum tipo de conhecimento técnico de engenharia.

Dado serem alunas/os do primeiro ano, seria muito difícil que se alcançasse um resultado diferente desse aqui ou com respeito a duas críticas teóricas mencionadas antes: problematização do conhecimento técnico estabelecido; e reconhecimento do ganho potencial do diálogo de saberes para o alargamento da engenharia. Falta às/aos estudantes, sobretudo, conhecimento e vivência de engenharia, que se concentram nos três anos finais da formação oferecida pelo ITA. Essa falta de conhecimento e vivência foi, inclusive, pontuada por quase todas/os as/os entrevistadas/os.

Já com relação às duas últimas competências – co-construção do problema e da solução dele; e diálogo de saberes ao longo, idealmente, de todo o processo de intervenção –, a situação foi um pouco diferente, uma vez que elas não pressupõem conhecimento técnico formal/teórico ou vivência de engenharia para serem aplicadas ou reconhecidas como valiosas. Nas entrevistas, cinco apontam a importância da co-construção e quatro, do diálogo de saberes, em projetos de engenharia engajada. Elas são entendidas como condição necessária para se construir algo que seja de fato útil para o grupo ou comunidade local com o qual se trabalha. Sem elas, corre-se o risco de se construir algo que não responda aos anseios ou necessidades do grupo, que não seja compreensível para ele ou não esteja de acordo com os conhecimentos e/ou o modo de vida dele.

Na atuação prática dos grupos, essas competências foram mobilizadas, em arranjos e graus distintos, sobretudo nos seis trabalhos avaliados como excelentes (ou seja, em 30% do total de projetos). Nas respostas dadas à avaliação da disciplina, a proporção não é muito diferente, com apenas 22 (ou 34%) afirmando que esta ajudou muito no desenvolvimento da capacidade de co-construção (25 responderam que ela ajudou medianamente, 14, que ajudou pouco e 4, que não ajudou).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises realizadas, pode-se notar que o LabCTS, por meio da disciplina HUM-70, consegue avançar mais nas dimensões mais teóricas das competências associadas à prática engajada da engenharia, com exceção da competência de crítica e construção de conhecimento sociotécnico emancipador. Senso crítico é, de longe, a competência mais trabalhada, com particular atenção à não neutralidade. Mas empatia, cuidado, co-construção e diálogo de saberes também são apreendidos, por várias/os estudantes, como desejáveis idealmente.

Um grande desafio do LabCTS está, assim, no âmbito da atuação, do fazer engenharia engajada. HUM-70 tem apostado em atividades extensionistas como parte fundamental do trabalho da disciplina. E isso parece ser uma opção bastante acertada. Mas, dado que o pFEC foi criado apenas em 2018, tendo permanecido suspenso nos anos de 2020 e 2021 (devido à pandemia de COVID-19), a metodologia de intervenção em si do LabCTS ainda está se consolidando e aprimorando. De todo modo, um importante passo recente nessa direção foi a construção de um manual de orientação para o pFEC, que inclui um acompanhamento mais estruturado das mentorias (criado no 1o semestre de 2022)¹³. Além disso, a conquista do financiamento institucional tem possibilitado o custeio de deslocamentos e aquisição de materiais.

Ademais, tem-se buscado instituir uma monitoria para o pFEC, a partir de 2023, com estudantes de atuação destacada nele nos semestres anteriores. Isso contribuirá com: a continuação/aprofundamento da formação dessas/es estudantes; o adensamento da atuação extensionista do LabCTS; a qualidade dos projetos desenvolvidos; e um maior desenvolvimento das diferentes competências mobilizadas no pFEC, particularmente, empatia, cuidado, co-construção e diálogo de saberes.

Essas monitorias seriam um suporte para as mentorias. É por isso que se espera, com elas, um ganho de qualidade não apenas na intervenção em si, mas também na formação das/os estudantes mentoradas/os. As monitorias tocam, de todo modo, em um gargalo atual para o LabCTS, já que muito da formação que ele busca não tem como ser alcançado apenas pela – ou a partir da – reflexão teórica. Com efeito, boa parte dos desafios enfrentados na extensão engajada em geral – e na formação para práticas engajadas da engenharia – tem a ver com o desconhecimento de técnicas e metodologias de atuação, tanto no sentido de quais alternativas estão disponíveis, quanto no de como usá-las na prática.

Ao mesmo tempo, é essa prática engajada que possibilita o mergulho na – e o compromisso com a – realidade de diferentes grupos vulnerabilizados. Tal coisa será aquilo que possibilitará uma análise crítica dessa realidade e, a partir disso, das diferentes teorias que buscam explicá-la e das propostas (inclusive de

intervenção engajada) que buscam transformá-la (ou colaborar com sua transformação). Assim, se as monitorias colaborarem com tudo aquilo que se espera, elas trarão ganhos, mesmo que indiretos, também com respeito à competência teórica do senso crítico.

Outro desafio do LabCTS é o da elaboração de instrumentos avaliativos mais compatíveis entre si, seja com relação a teorias ou compreensões que os fundamentam (como a teoria do limiar), aos seus formatos, momentos de aplicação e periodicidade, seja com respeito aos dados levantados e à intencionalidade desses levantamentos. Sem tal compatibilização, fica bastante complicado pensar na formação do LabCTS como um todo, em como as diferentes disciplinas podem se complementar, em que grau isso está de fato acontecendo e como a formação como um todo e a complementaridade das disciplinas podem ser aprimoradas.

É importante também refinar os instrumentos, critérios e métricas de avaliação da atuação extensionista dos grupos de alunas/os. A construção do manual de HUM-70 já oferece balizadores importantes tanto para as/os alunas/os quanto para as/os mentoras/es. Mas passos adicionais são requeridos aqui com relação à compreensão desses balizadores, à implementação metodológica deles nos projetos realizados e à avaliação dos aprendizados alcançados pelas/os alunas/os.

Por fim, existem outras condições que precisariam ser transformadas no ITA, para que o LabCTS pudesse alcançar melhores resultados na formação para a prática engajada da engenharia. Sinteticamente, são elas:

1. Conteudismo, tecnicismo e rigor academicista. A formação geral oferecida no ITA é percebida pelas/os alunas/os como altamente conteudista e com um excesso de rigor acadêmico. Isso, associado ao excesso de disciplinas técnicas, cria um *ethos* de sobrecarga de estudos, provas e atividades afins. E como a reprovação em uma disciplina no ITA implica em desligamento da/o aluna/o do curso, mesmo quando estão interessadas/os nas atividades do LabCTS, muitas/os alunas/os afirmam não conseguir se dedicar mais – como gostariam –, por falta de tempo;
2. Iniciativas de atuação autônoma. O tempo das/os alunas/os, porém, não é direcionado apenas para as atividades acadêmicas. Boa parte delas/es participa de uma ou mais iniciativas organizadas pelas/os próprias estudantes, como curso pré-vestibular, atlética, empresa júnior e centro acadêmico. Essas iniciativas – e a participação nelas – é algo bastante valorizado entre as/os alunas/os, que as veem como um espaço de autonomia, de atuação e de crescimento (pessoal e profissional) não encontrado nas atividades acadêmicas. Com isso, não é apenas que sobre ainda menos tempo para o engajamento em atividades como o pFEC. Parte do grande chamariz para elas, que é o do impacto/compromisso social e da formação humana integral, está presente também nessas iniciativas. Isso diminui a atratividade das atividades do LabCTS, que são também identificadas, por muitas/os, com o que veem como aulismo desinteressante e heterônomo do ITA;

3. Dinheiro versus (outros) valores. Algumas/alguns entrevistadas/os entendem que, em geral no ITA, não se valoriza/incentiva uma cultura de atuação por “princípios” ou “ideais” (como os de serviço/transformação social por trás da engenharia engajada), focando-se quase sempre em capacitação com vistas a se conseguir ganhar (muito) dinheiro. Por outro lado, essas/es mesmas/os entrevistadas/os identificam tais princípios ou ideais nas propostas do LabCTS, que “[...] nos incentiva a seguir nossos ideais e a assumir um compromisso com a sociedade”. Isso traz duas consequências opostas. De uma parte, as atividades do LabCTS são vistas, por boa parte das/os estudantes e demais docentes, como de relevância secundária, e algo que é distinto da engenharia de verdade ou de qualidade. De outra parte, ainda que apenas para uma minoria, o LabCTS e suas propostas podem representar aquilo por que anseiam ou que traz sentido para a engenharia – ou outra atuação profissional – que querem exercer;
4. Formação abreviada ou desestimulada. Como várias/os entrevistadas/os reconhecem, a formação para a prática engajada da engenharia não tem como ser concluída apenas com a disciplina obrigatória de HUM-70. Na opinião de várias/os, algo como o pFEC deveria acontecer outras vezes no curso, quando elas/es estivessem nos últimos anos, e sendo tocado pelas disciplinas técnicas. Outras/os entendem que as eletivas (p.e., HUM-61 e HUM-62) já seriam suficientes, estando disponíveis para aquelas/es que se interessassem por esse tipo de atuação. Contudo, as três condições apresentadas anteriormente tornam as eletivas menos atraentes e impactantes do que poderiam. Elas também dificultam, na prática, transformações institucionais mais estruturais, como projetos engajados obrigatórios nos anos finais e nos trabalhos de conclusão de curso.

Em suma, apesar de o pFEC trazer uma experiência inédita de ensino-aprendizagem para a formação das/dos estudantes no ITA, com aspectos únicos relacionados a competências e habilidades, o aperfeiçoamento teórico-metodológico dele apresenta limitações em seu alcance. Faz-se necessário repensar: a) oportunidades de ensino, pesquisa e extensão engajada com atividades curriculares e extracurriculares em todos os cinco anos de formação; b) uma maior integração com as áreas do curso profissional tanto no plano político-pedagógico quanto via projetos integradores dos cursos. Para tanto, condicionantes de transformação institucional estão em jogo (KLEBA; CRUZ, 2020).

Evaluation of the LabCTS/ITA engaged engineering training: impacts on students

ABSTRACT

Non-conventional engineering practices seek some degree of empowerment of vulnerable groups via their socio-technical action. Such practices can be called “engaged engineering.” They require skills beyond those classically taught in engineering courses in six crucial additional competencies. In this article, we analyze the impacts of the class Technology and Society, taught at the Aeronautics Technological Institute, on the development of these additional skills in students. This course is one of the Citizenship and Social Technologies Laboratory’s (LabCTS) fronts. It is a mandatory discipline, articulating theory and extension. These impacts will be analyzed using three instruments: a written questionnaire, interviews, and the mentors’ expert opinions. The article discusses the results obtained in all six major additional competencies, including difficulties, strategies to deal with these, and possibilities for improvement in the performance of the LabCTS.

KEYWORDS: Engaged engineering. Engineering education. Formation of Competencies. STS Education. Extension.

NOTAS

¹ As práticas engajadas da engenharia se originam a partir dos Estudos CTS, acabando por assumir atributos conceituais particulares (KLEBA, 2017; KLEBA; CRUZ; ALVEAR, 2022).

² A linha de financiamento anterior, via CAPES, se extinguiu em 2019, logo antes da pandemia.

³ Entende-se “competências” no sentido genérico de “desenvolver capacidades”, englobando a linguagem das Diretrizes Curriculares Nacionais da Engenharia de “competências e habilidades”, assim como envolvendo capacidades disruptivas para o empoderamento e a emancipação, e não sendo redutíveis às exigências do capitalismo no sentido dado por Duarte (DUARTE, Newton. As pedagogias do aprender a aprender e algumas ilusões da assim chamada sociedade do conhecimento. **Revista Brasileira de Educação**. Universidade Estadual Paulista. Nº 18. 2001. p.35-40).

⁴ A distinção conceitual entre competências e habilidades não parece relevante para a análise em curso. De todo modo, é importante ressaltar que parte disso que se chama aqui de competências pode ser também chamada de habilidades. Em diálogo com Carvalho e Tonini (2017), um entendimento possível é que, à medida que a aplicação ou uso das competências – entendidas como “modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer” (BRASIL, 2002) – vai se automatizando em nós, elas se convertem em habilidades – que “decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do ‘saber-fazer’” (BRASIL, 2002). Seria algo equivalente à relação rica e dinâmica entre atividade, ação e operação apresentada pela teoria de atividade (LEONTIEV, 1981). Nesse sentido: 1) tudo que em algum momento é mobilizado como habilidade já foi uma competência; e 2) podem existir situações nas quais o uso automatizado do que já foi uma competência (i.e., a habilidade) não funciona, levando-a de volta para o âmbito do uso reflexivo dela (i.e., a competência).

⁵ Não se trata aqui de explorar as dimensões do senso crítico sob uma perspectiva teórica. O objetivo aqui é focar-se no que foi efetivamente trabalhado na disciplina de HUM-70.

⁶ “O cuidado [pode ser visto como] trabalho concreto de manutenção [de crianças e idosos/os, por exemplo], com implicações éticas [e.g., compromisso com o bem viver de quem é cuidada/o] e afetivas [i.e., querer bem a quem se cuida] [...]. Essas três dimensões do cuidado – labor/trabalho, afeto/afecções, ética/política – não são distribuídas de forma necessariamente igual em todas as situações relacionais [como projetos sociotécnicos engajados], nem se relacionam sem tensões ou contradições [...]” (BELLACASA, 2017, p. 5).

⁷ Nas intervenções engajadas, os problemas e as soluções para eles são sempre sociotécnicos. Isso significa que a construção de um novo artefato ou processo, ou a adaptação de algum já existente, é, usualmente, apenas parte do trabalho a ser feito. Junto com ele, é normalmente necessário que o tipo de ordenamento social a ser buscado, inclusive localmente, e para o qual o artefato ou processo produzido será um suporte, também seja co-construído. Por essa razão, diversos coletivos de práticas engajadas da engenharia, como a engenharia popular e a

Teto, lançam mão de diferentes técnicas e metodologias, como a educação popular. A rigor, então, estaria subsumida nessa “capacidade de co-construir o problema e a solução dele” a capacidade de se envolver e colaborar com a mobilização do grupo local. Quanto mais emancipadoras se pretendem ser as intervenções engajadas, tanto maior se torna a preocupação e o cuidado com essa dimensão da capacidade e do processo de co-construção.

⁸ Para saber mais sobre o histórico e a estruturação de atividades curriculares e extracurriculares do LabCTS veja: KLEBA; CRUZ, 2021.

⁹ O formulário de avaliação da disciplina pode ser acessado por este link: https://docs.google.com/forms/d/1p2TugBdTNNjKCaUvA_WSGywmKnY17Xq2mWS8lwOYcqU/prefill

¹⁰ O impacto da disciplina sobre essas/es alunas/os é presumivelmente nulo ou muito baixo. Em função de sua postura dogmática (“não me interessa por humanidades”), não se sabe como (ou se) seria possível estimular o desenvolvimento de alguma das seis competências complementares da prática engajada da engenharia. Por essa razão, não houve representantes desse grupo dentre as/os estudantes entrevistadas/os.

¹¹ As perguntas que nortearam essa entrevista podem ser acessadas por este link: https://docs.google.com/document/d/11-K3x9IIUYKiRUHL_EhcpmcOJwQinfEQ/edit?usp=sharing&oid=111410641807818524295&rtpof=true&sd=true

¹² Onde a maioria das alunas/os se insere, com exceções, para baixo e para cima.

¹³ Sua versão mais atualizada, disponibilizada para as turmas do 2o semestre de 2022, pode ser acessada neste link: <https://drive.google.com/file/d/1yagGBv1xmUQKT66K9cJcwfJd4b2sOZ6q/view?usp=sharing>.

REFERÊNCIAS

ALTSCHULER, B.; ERRECALDE, S.; MENDY, G.; CANCELA, C. Formación e incubación universitaria para el desarrollo de la economía social y solidaria: enfoques, estrategias y experiencias de la Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. In: Alvear, C.; Cruz, C.; Kleba, J. **Engenharia e outras práticas técnicas engajadas – vol. 1: redes e movimentos**. Campina Grande: EDUEPB, 2021, p. 53-90.

ALVEAR, C.; CRUZ, C.; KLEBA, J. (Org.) **Engenharia e outras práticas técnicas engajadas – vol. 1: redes e movimentos**. Campina Grande: EDUEPB, 2021.

ALVEAR, C.; ALMEIDA, L.; HENRIQUES, F.; ARAUJO, F. O Soltec/UFRJ como um espaço de formação sociotécnica. In: Alvear, C.; Cruz, C.; Kleba, J. **Engenharia e outras práticas técnicas engajadas – vol. 1: redes e movimentos**. Campina Grande: EDUEPB, 2021, p. 161-200.

ALVEAR, C.; CRUZ, C.; RFUINO, S. et al. Engenharias engajadas: a engenharia humanitária e a pluralidade dos engenheiros sem fronteiras. **Revista Tecnologia e Sociedade**, 18, 50, p. 209-229, 2022.

ALVEAR, C.; CRUZ, C.; SILVA, M.; PASCHOAL, A. Engenharias engajadas: o caso da Enactus Brasil. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad**, no prelo.

ARAÚJO, F.; RUFINO, S. Rede de Engenharia Popular Oswaldo Sevá. In: Alvear, C.; Cruz, C.; Kleba, J. (Org.) **Engenharia e outras práticas técnicas engajadas – vol. 1: redes e movimentos**. Campina Grande: EDUEPB, 2021, p. 15-40.

BAILLIE, C.; BOWDEN, J.; MEYER, J. Threshold capabilities: threshold concepts and knowledge capability linked through variation theory. **Higher Education**, v. 65, n. 2, p. 227-246, 2013.

BELLACASA, M. **Matters of Care: Speculative Ethics in More Than Human Worlds**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. **ENEM: documento básico**. Brasília: MEC/INEP, 2002.

CARVALHO, L.; TONINI, A. Uma análise comparativa entre as competências requeridas na atuação profissional do engenheiro contemporâneo e aquelas previstas nas diretrizes curriculares nacionais dos cursos de Engenharia. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 24, n. 4, p. 829-841, 2017.

CROCCO, F.; COMBINATO, D.; KLEBA, J.; CRUZ, C.; NAZARÉ, N. Engenharia e extensão universitária numa perspectiva CTS: teoria e prática no processo ensino-aprendizagem. In: María Baumgarten; Julia Guivant (Org.). **Engenharia e extensão universitária numa perspectiva CTS: teoria e prática no processo ensino-aprendizagem**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2021, p. 152-176.

CRUZ, C. Valores estéticos, acervos imagéticos e procedimentos estruturados: ampliando e descolonizando a reflexão filosófica sobre a tecnologia. **Trans/Form/Ação**, Marília, v. 44, p. 207-230, 2021a, Dossier Técnica. <https://doi.org/10.1590/0101-3173.2021.v44dossier.11.p207>

CRUZ, C. Decolonizing Philosophy of Technology: Learning from Bottom-Up and Top-Down Approaches to Decolonial Technical Design. **Philosophy & Technology**, 34, p. 1847–81, 2021b. <https://doi.org/10.1007/s13347-021-00489-w>

CRUZ, C. Brazilian Grassroots Engineering: A Decolonial Approach to Engineering Education. **European Journal of Engineering Education**, 46, 5, p. 690–706, 2021c. <https://doi.org/10.1080/03043797.2021.1878346>

CRUZ, C. Decolonial Approaches to Technical Design: Building Other Possible Worlds and Widening Philosophy of Technology. **Techné: Research in Philosophy and Technology**, 26, 1, p. 115–146, 2022.

CRUZ, C.; KLEBA, J.; ALVEAR, C. Formação para práticas técnicas engajadas: por quê, para quê e como? In: Cruz, C.; Kleba, J.; Alvear, C. **Engenharias e outras práticas técnicas engajadas - vol. 2**: iniciativas de formação profissional. Campina Grande: EDUEPB, 2021a, p. 15-50.

CRUZ, C.; KLEBA, J.; ALVEAR, C. **Engenharias e outras práticas técnicas engajadas - vol. 2**: iniciativas de formação profissional. Campina Grande: EDUEPB, 2021b.

CRUZ, C.; KLEBA, J.; ALVEAR, C. Formações para práticas técnicas engajadas: aprendizados, avanços e desafios. In: Cruz, C.; Kleba, J.; Alvear, C. **Engenharias e outras práticas técnicas engajadas - vol. 2**: iniciativas de formação profissional. Campina Grande: EDUEPB, 2021C, p. 501-540.

FEENBERG, A. **Entre a razão e a experiência**: ensaios sobre tecnologia e modernidade. Trad.: E. Beira; C. Cruz; R. Neder. Vila Nova de Gaia: Inovatec, 2019a.

FEENBERG, A. **Tecnossistema**: a vida social da razão. Trad.: E. Beira & C. Cruz. Vila Nova de Gaia: Inovatec, 2019b.

FEENBERG, A. **Construtivismo crítico**: uma filosofia da tecnologia. Trad. Luiz Abrahão e Cristiano Cruz. São Paulo: Scientiae Studia, 2022.

HUI, Y. **The Question Concerning Technology in China**: An Essay in Cosmotechnics. UK: Urbanomic Media Ltd., 2016.

HUI, Y. **On Cosmotechnics**: For a Renewed Relation between Technology and Nature in the Anthropocene. *Techné: Research in Philosophy and Technology*, 21, 2–3, p. 319–341, 2017. <http://doi.org/10.5840/techne201711876>

HUI, Yuk. **Tecnodiversidade**. Trad. Humberto do Amaral. São Paulo: Ubu Editora, 2020.

KLEBA, J. Engenharia engajada – desafios de ensino e extensão. **Revista Tecnologia e Sociedade**, 13, 27, p. 172-189, 2017.

KLEBA, J. B. Igualdade, cuidado recíproco e pluriverso: Reconfigurando roteiros para o amanhã. In: SOUSA, Cidoval M. **Um Convite à Utopia** (vol 3). Campina

Grande: Eduepb. (*no prelo*).

KLEBA, J.; CRUZ, C. Building engaged engineering in curriculum: a review of Brazilian and Australian cases. Trabalho apresentado na **2020 ASEE Virtual Annual Conference**. Content Access, Virtual On-line, 2020.

KLEBA, J.; CRUZ, C. O Laboratório de Cidadania e Tecnologias Sociais (LabCTS) do ITA. In: Cruz, C.; Kleba, J.; Alvear, C. **Engenharias e outras práticas técnicas engajadas - vol. 2: iniciativas de formação profissional**. Campina Grande: EDUEPB, 2021, p. 237-274.

KLEBA, J.; CRUZ, C. Do empoderamento à emancipação: um marco teórico-metodológico para intervenções sociotécnicas empoderadoras. In: Kleba, J.; Cruz, C.; Alvear, C. (Org.) **Engenharias e outras práticas técnicas engajadas - vol. 3: diálogos interdisciplinares e decoloniais**. Campina Grande: EDUEPB, 2022, p. 165-206.

KLEBA, J.; CRUZ, C.; ALVEAR, C. (Org). Em busca de novos territórios da crítica à tecnologia - Diálogos transversais e engajados com as engenharias e outras práticas técnicas. In: Kleba, J.; Cruz, C.; Alvear, C. (Org). **Engenharias e outras práticas técnicas engajadas - Volume 3: diálogos interdisciplinares e decoloniais**. Campina Grande: EDUEPB, 2022. pp. 29-64.

LEONTIEV, A. N. The Problem of Activity in Psychology. In: Wertsch, V. (Ed.). **The Concept of Activity in Soviet Psychology**. New York: M.e. Sharpe, 1981, p. 37-71.

LUCENA, J.; KLEINE, M. Colorado School of Mines Humanitarian Engineering Program: Negotiating the Technical/Social Divide to Create “Engineering as it Should Be”. In: Alvear, C.; Cruz, C.; Kleba, J. **Engenharia e outras práticas técnicas engajadas – vol. 1: redes e movimentos**. Campina Grande: EDUEPB, 2021, p. 91-128.

MATHEUS, L. C.; R. DORNELAS. Teoria da empatia e modelo praxiológico da comunicação: Aproximações (improváveis) entre Flusser e Quéré”. **Intexto**, 51, p. 166-84, 2020.

MELO, Y.; COLOMBO, V.; ESPITIA, I.; COSTA, J. Desenvolvimento do capital social comunitário em assentamentos vulneráveis: a experiência da organização Teto (Techo) na Colômbia e no Brasil. In: C. Alvear; C. Cruz; J. Kleba (Org.). **Engenharias e outras práticas técnicas engajadas – Vol 1: Redes e movimentos**. Campina Grande: EDUEPB, 2021, p. 219-250.

MOREIRA, F.; CAVALCANTE, L.; SILVA, V. Engenheiros sem Fronteiras Brasil: 10 anos de atuação. In: Alvear, C.; Cruz, C.; Kleba, J. (Org.) **Engenharia e outras práticas técnicas engajadas – vol. 1: redes e movimentos**. Campina Grande: EDUEPB, 2021, p. 169-191.

UNGARI, V. A experiência da Enactus Brasil. In: C. Alvear; C. Cruz; J. Kleba (Org.). **Engenharias e outras práticas técnicas engajadas – Vol 1: Redes e movimentos**. Campina Grande: EDUEPB, 2021, p. 251-284.

Recebido: 09/12/2022

Aprovado: 11/07/2023

DOI: 10.3895/rts.v19n57.16198

Como citar:

CRUZ, C. C.; KLEBA, J. B. Avaliação da formação para a engenharia engajada do LabCTS/ITA: impactos nas/os alunas/os.

Rev. Technol. Soc., Curitiba, v. 19, n. 57, p. 92-113, jul./set., 2023. Disponível em:

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/16198>

Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

