

Engenharia engajada – Desafios de ensino e extensão

Engaged engineering – Teaching and outreach challenges

John B. Kleba¹

RESUMO

Este artigo debate a emergência da engenharia engajada. A educação em engenharia é tradicionalmente atrelada à indústria e desconhecadora de seu papel social. Nesse contexto, surge um movimento internacional de múltiplas iniciativas advogando mudanças em escolas de engenharia e nas concepções de ensino e extensão. Reconhecendo a atual fragmentação da pesquisa na área, esse artigo destaca problemas teóricos e empíricos selecionados para o estudo do fenômeno. As seções incluem um indicativo da pluralidade das iniciativas de engenharia engajada, os desafios do design institucional e das novas propostas educacionais, a multiplicidade de autodenominações na área, as dificuldades dos projetos de extensão, e finalmente, uma abordagem das clivagens ideológicas entre modelos de extensão focados em ideais políticos ou econômicos. Sugestões para futuras pesquisas na área são realizadas.

Palavras-chave: Engenharia e desenvolvimento social. Educação e Engenharia. Tecnologia social. Engenharia engajada. Extensão universitária.

ABSTRACT

This paper debates the rising of the engaged engineering. Engineering education is traditionally designed for the industry and unaware of its social context. In this background an international movement arises with multiple initiatives, advocating changes in engineering schools and in their educational and outreach conceptions. Recognizing the current fragmentation of this research field, this paper highlights selected theoretical and empirical issues for the study of the phenomenon. The sections include an indication of the plurality of initiatives of engaged engineering, the challenges of institutional design and new educational approaches, the plurality of self-designations in the field, the difficulties of outreach projects and, finally, the ideological split between models focused either on political or on economic ideals. Suggestions for further research are provided.

Keywords: *Engineering and social development. Engineering education. Social technology. Engaged Engineering. Outreach programs.*

¹ Professor Associado de Sociologia e Ciência Política do Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

INTRODUÇÃO

As engenharias se constituem historicamente numa matriz de formação de especialistas com alto domínio tecnológico, voltada para a indústria e os serviços, carecendo de uma reflexão crítica sobre a produção tecnocientífica e seu contexto sócio-político (NIEUSMA, 2011; JOHNSON; WETMORE, 2008, p.576). Na contracorrente dessa matriz dissemina-se no Brasil e no exterior, particularmente desde os anos 1990, um conjunto de movimentos plurais, expresso em iniciativas dentro de escolas de engenharia, ações de desenvolvimento inclusivo, diretrizes de educação, organizações sem fins lucrativos, negócios sociais e redes de tecnologias sociais. Este movimento busca capacitar engenheiros e engenheiras para uma mudança social reflexiva. Desta forma, Amadei e Sandekian argumentam que a carência de soluções efetivas de problemas globais como a pobreza e a destruição ambiental têm uma relação direta com a forma da engenharia ser exercida na prática, exigindo uma mudança de paradigma no ensino das engenharias, no design tecnológico e no compromisso com projetos de interesse público (AMADEI; SANDEKIAN, 2010, p.85). Vale ressaltar que a engenharia engajada (EE) pode ser aplicada em todas as áreas desta profissão, por exemplo, envolvendo tecnologias assistivas, soluções para água potável e saneamento, inclusão digital, design de produtos com reaproveitamento de materiais junto a cooperativas de catadores ou a logística aérea para o provimento de serviços públicos de saúde em áreas remotas da Amazônia Legal. As possibilidades aqui são inúmeras. Além disto, os objetivos podem ser multidimensionais. Para dar apenas um exemplo, a Solarsisters conecta projetos de energia limpa com a promoção dos direitos de mulheres, num projeto que ataca simultaneamente onze objetivos de desenvolvimento.² Nesse sentido, a agenda de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (UNO, 2015) tem servido como fonte de inspiração.

Todavia, os objetivos do movimento de EE esbarram em inúmeros desafios. Além disto, longe de ser homogêneo, trata-se de iniciativas plurais cujas concepções e práticas são frequentemente fragmentadas e locais, e não necessariamente alinhadas ideologicamente. Na literatura são raras as publicações com foco mais abrangente e comparativo nesse campo, sendo mais comuns estudos de caso empíricos ou debates teóricos pontuais (NELSON, 2011; LAPPALAINEN, 2011; GIL, PIFFER; PATRÍCIO, 2008). Em decorrência, o presente artigo pretende prover uma

introdução para alguns dos principais desafios relacionados à temática, dentro dos limites do escopo reduzido do texto.

Na primeira seção são indicadas iniciativas de EE em escolas de engenharia no Brasil e nos EUA, com o intuito de ilustrar sua diversidade. Os desafios no design institucional e curricular das iniciativas são objeto da segunda seção, incluindo enfoques e concepções de ensino e aprendizagem propostos. Na seguinte seção, as múltiplas autodenominações da EE são abordadas, e uma distinção entre um enfoque amplo e um restrito é elaborada. Já na quarta seção debatem-se as dificuldades e os riscos dos projetos de extensão. Na última seção as clivagens ideológicas entre modelos focados no âmbito político ou no foco econômico são examinadas. Ao final, são desenhadas sugestões de pesquisa no campo.

DISSEMINAÇÃO E PLURALIDADE

A disseminação da engenharia engajada é palpável em inúmeras iniciativas de escolas de engenharia, bem como de organizações não governamentais e instituições afins, em diferentes graus de formalização. Longe de fornecer um panorama completo e sistemático, pretende-se aqui apenas espelhar alguns exemplos desta pluralidade em curso. Uma evidência da institucionalização acadêmica da EE são os periódicos especializados na temática como o *'Journal of Humanitarian Engineering'*,³ o *'International Journal for Service Learning in Engineering, Humanitarian Engineering and Social Entrepreneurship'*⁴ e o *'Engineering for Change'*.⁵

Entre inúmeros exemplos da inserção da EE em cursos de engenharia no Brasil, pode-se nomear a Poli-Cidadã da Universidade de São Paulo (USP) (GIL; PIFFER; PATRÍCIO, 2008) e o Núcleo de Solidariedade Técnica - SOLTEC da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (TYGEL et al., 2010). Recentemente, o Laboratório de Cidadania e Design Criativo (C-lab) no Instituto Tecnológico de Aeronáutica também vem promovendo projetos nessa linha (RIBEIRO; SANTANA;

² Veja a iniciativa Solar Sister disponível em: <<https://www.solarsister.org/>>. Consulta em 12 mar. 2016.

³ Disponível em: <<http://www.ewb.org.au/jhe/index.php/jhe>>. Consulta em 21 set. 2015.

⁴ Disponível em <<http://library.queensu.ca/ojs/index.php/ijsle>>. Consulta em 21 set. 2015.

⁵ Disponível em <<http://www.engineeringforchange.org/new-peer-reviewed-journal-fills-a-gap-in-humanitarian-engineering-research/>>. Consulta em 16 abril 2016.

KLEBA, 2015).⁶ É nesse *Zeitgeist*, termo Habermasiano que expressa a mentalidade da época vivida, que estudantes e profissionais do ensino se reúnem em congressos como o Simpósio de Ciência, Tecnologia e Sociedade a nível nacional ou latino-americano (ESOCITE), o Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social (ENEDS) e a Reunião Universitária de Empreendedorismo e Responsabilidade Social (REUNES).

Nos EUA destacam-se os programas 'Desenvolvimento através do Diálogo, Design e Disseminação' (D-Lab) do Massachusetts Institute of Technology (MIT) (NELSON, 2011), 'Projetos de Engenharia para o Serviço Comunitário' (EPICS) da Universidade de Purdue (COYLE; JAMIESON; OAKES, 2005) e 'Engenharia para Comunidades em Desenvolvimento' da Universidade de Colorado (AMADEI; SANDEKIAN, 2010).

Organizações como a Rede Yunus, *Engineers Without Borders* (EWB), *Engineers Against Poverty* e *Practical Action* (UNESCO, 2010, p. 64s), Artemísia e Ashoka (GRISI, 2008, p.71), e a Rede de Tecnologias Sociais (REDE DE TECNOLOGIAS SOCIAIS, 2009), assim como competições e premiações na área, a exemplo da Enactus⁷ e da *Imagine Cup*,⁸ também atuam com relevo na promoção de projetos tecnosociais influenciando a EE com parcerias, oportunidades de estágio, modelos de estratégias e incentivos diversos.

CONCEPÇÕES PEDAGÓGICAS E DESIGN INSTITUCIONAL

No Brasil, a diretriz curricular dos cursos de engenharia CNE/CES nº 1.362/2001 (BRASIL, 2001) abre espaço para a inserção da EE no ensino. Em termos de diretrizes educacionais, o relatório da UNESCO *Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development* (UNESCO, 2010) demanda a urgência de uma renovação da formação em engenharia, internamente via reformas institucionais e curriculares, e externamente a partir de uma contribuição mais efetiva na solução de problemas do mundo contemporâneo. O relatório, que expressa recomendações do *World Congress on Engineering Education* (WFEO), chama para a responsabilidade

⁶ Veja também a respeito o vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=D-gmjUj70KE&feature=youtu.be>. Consulta em 16 abril 2016.

⁷ Disponível em <<http://enactus.org/country/brazil/>>. Consulta em 16 abril 2016.

⁸ Disponível em <<https://www.imaginecup.com/content/details/9327>>. Consulta em 16 abril 2016.

social na engenharia com a inclusão de elementos normativos como justiça social, erradicação da pobreza e sustentabilidade ambiental.

Mas quais os condicionantes para que as mudanças demandadas pela EE sejam implementadas em escolas de engenharia? Inicialmente, distingue-se duas dimensões deste problema: o design institucional e as concepções pedagógicas.

A partir do estudo *Excellence in Engineering Education* destacam-se os seguintes fatores relevantes para o sucesso de programas de inovação da educação em engenharia: liderança, engajamento, design educacional, forma de planejamento e estratégia de implementação (GRAHAM, 2012, p.60-65). Para tanto, faz-se necessário não somente a atuação de profissionais da instituição na liderança de um processo de transformação do modelo educacional, mas também o apoio das instâncias decisórias, assim como um suporte administrativo e financeiro para os projetos. Este conjunto de fatores deve obter volume suficiente para possibilitar espaços para introdução de projetos-piloto de mudança curricular, acesso à laboratórios e sua equipagem e fomento a projetos de extensão.

Um desafio é a própria cultura epistêmica de profissionais da educação em engenharia que, em geral, é socializada por uma matriz tradicional do modelo de ensino e aprendizagem e resistente para mudanças no enfoque de ensino. Ressalta-se que há um impacto significativo de projetos de cunho social no aprimoramento de habilidades de design de protótipos dos estudantes, conforme o estudo *Prototype to Production: Processes and Conditions for Preparing the Engineer of 2020* (MCKENNA et al, 2011, p.23).

As experiências empíricas demonstram uma grande variabilidade na inserção institucional da EE. Em alguns casos não se criam novos cursos, mas há uma integração de diversas disciplinas de cursos já existentes, de acordo com as características específicas de cada projeto, como no modelo EPICS (COYLE; JAMIESON; OAKES, 2005, p.04). Em outros casos, novos cursos são criados e/ou cursos de professores colaboradores de diversos departamentos aglutinados dentro de um conjunto coerente de disciplinas e práticas, como no caso do D-Lab/MIT (NELSON, 2011). Em escolas dos EUA é mais comum formas de institucionalização com suporte financeiro mais generoso, incluindo a oportunidade para projetos internacionais junto a comunidades desfavorecidas, envolvendo os alunos nos desafios de uma experiência intercultural, a exemplo das práticas do *International*

Development Design Summit (IDDS).⁹ Em contraste, no Brasil a criatividade no engajamento social parece ser mais ampla, traduzida em concepções de desenvolvimento integral e conscientizador de Paulo Freire (ORTIZ-RIAGA; MORALES-RUBIANO, 2011, p.352-353), na economia solidária (SINGER, 2008), nas incubadoras tecnológicas e cooperativas (FELIZARDO, 2015), entre muitos outros movimentos.

Não cabe a busca de um modelo ideal de EE, senão compreender como cada iniciativa institucional se insere em seu contexto de condicionantes e potenciais locais e seu histórico de constituição. Nesse contexto, cabe também perguntar sobre a cooperação interinstitucional e as inspirações conceptuais de iniciativas locais, que longe de serem isoladas, atuam em redes de culturas disciplinares e de engajamento social emergentes.

No âmbito de concepções pedagógicas apresentam-se aqui diversas tendências, que podem ser combinadas ou não em casos particulares. Uma vertente são os Estudos da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que refletem criticamente sobre temas como o determinismo tecnológico, a neutralidade da técnica e a preponderância dos interesses industriais e da propriedade intelectual na produção sóciotécnica (ANDERSON; ADAMS, 2008; BAZZO; PEREIRA; LINSINGEN, 2008; MARQUES, 2009). Neste sentido, o programa CTS demanda que o paradigma positivista de tecnociência, ainda dominante no ensino superior de engenharia, dê lugar ao construtivismo dos sistemas de conhecimento e a reflexões críticas com auxílio das ciências sociais (FENNER et al., 2005, p.238).

Uma segunda vertente é a aprendizagem focada em problemas - *problem based learning* (PBL). O PBL parte de um problema complexo, selecionado pela motivação dos alunos, para o qual são pesquisadas e experimentadas soluções, integrando dessa forma a aprendizagem das diversas disciplinas relacionadas (DE GRAAFF et al., 2015). O PBL contrasta, desta forma, com o modelo ainda vigente na maioria das práticas educacionais, baseado em conteúdos fragmentados e descontextualizados, em geral rapidamente esquecidos após os exames. Instituições como o Olin College, a Aalborg University e no Brasil o Insper são pioneiros nessa área. Há experiências que aglutinam o PBL na EE, como o programa *Ingenio, Ciencia, Tecnología y Sociedad* da Universidade Nacional da Colombia, voltado para ações pós-conflito em comunidades vulneráveis afetadas pela guerra civil (Reina-Rozo; Peña, 2015).

⁹ Disponível em <<http://www.idin.org/idds>>. Consulta em 09 set 2015.

Uma terceira vertente trata do design criativo, como uma forma de inovação social ou *design thinking in action*, combinando técnicas de desenhos e soluções inusitadas com atividades mão-na-massa (*hands on*) e impacto no mundo real (BROWN, WYAT, 2010, p.32). Nesse âmbito, o conceito de co-criação representa os destinatários de um projeto social como sujeitos que participam e co-determinam o processo em todas as suas etapas, desde a seleção inicial do problema, até as decisões sobre os encaminhamentos, o desenho de soluções e protótipos, e as avaliações das etapas e resultados (SMITH, s.d.; AMADEI; SANDEKIAN, 2010, p.87; MURCOTT, 2005).

Uma quarta vertente se inspira no empreendedorismo ou negócio social, objetivando tornar engenheiros capazes de conceber e implementar projetos com potencial econômico na produção de bens e serviços. Para serem capazes de implementar projetos em todas as suas etapas, alunos são requeridos a aprender a interagir com diferentes públicos-alvo, dominar as opções sobre modelos de organização, assim como familiarizar-se com estratégias de financiamento, marketing, *ventures* e design do produto (BROCK; STEINER; JORDAN, 2012). Essa vertente possui um veio mais teórico baseado nos trabalhos de Schumpeter, Swedberg e Ziegler (construção de capacidades), entre outros, e um veio voltado à prática (*practice led*), a exemplo das publicações veiculadas pelo periódico *Stanford Social Innovation Review* (CHOI; MAJUMDAR, 2015, p.12-17).

Outras concepções de ensino enfatizam habilidades diversas, a exemplo da capacidade de comunicação e trabalho em equipe (ABET, 2006, p.11), do fomento da capacidade antropológica de compreender e atuar em diferentes culturas (*cross-cultural dialogue*), do *global thinking* (BOURN; NEAL, 2008) e da formação interdisciplinar (UNESCO, 2010, p.43).

Essas vertentes e enfoques podem estar mais ou menos integradas em cada caso empírico, assim como podem ser concebidas de forma sinérgica ou com certos antagonismos, como veremos mais abaixo. Vale lembrar que esses enfoques e concepções de ensino, como o CTS ou PBL, sem perder seu mérito, não apresentam como necessário o ensejo de articular o ensino e pesquisa com a extensão, por exemplo, via metodologias como a pesquisa participante e a pesquisa-ação (Thiollent, 1985). Portanto, os enfoques de ensino e aprendizagem mencionados representam os fundamentos para a reflexividade e as habilidades necessárias da EE, mas esta última dispõe de um ethos particular, que reivindica a implementação de ações diretas e transformativas do mundo real. É sobre a

particularidade desse ethos que nos atemos nas próximas seções.

AUTODENOMINAÇÕES DA ENGENHARIA ENGAJADA

Na vinculação do ensino à extensão da EE reside uma vasta multiplicidade de autodenominações, denotando o caráter heterogêneo das propostas e o fato de que se tratam de iniciativas localmente constituídas. Para mencionar apenas alguns dos conceitos utilizados, a EE é expressa como engenharia para o desenvolvimento social, engenharia humanitária, *service learning*, engenharia e desenvolvimento sustentável comunitário, responsabilidade social na engenharia e/ou engenharia para a justiça social (LUCENA; SCHNEIDER; LEYDENS, 2010, p.85; 104; VALDERRAMA et al, 2012, p.19). Não fica claro, entretanto, o quanto esses diversos conceitos são diferentes nomes para o mesmo ideário, ou, se apontam para divergências em suas fontes de legitimidade sociológica, ético-política e filosófica.

O uso da ‘engenharia engajada’ que optamos por fazer nesse artigo alude ao programa engajado dos estudos CTS, propondo uma expressão guarda-chuva capaz de abarcar as diferentes autodenominações referidas. O ‘programa engajado’ dos estudos CTS combina o ativismo de interesse público com a pesquisa de relevância teórica (SISMONDO, 2008, p.20-21). Este mesmo programa engajado espelha, no campo das criações tecnológicas, o movimento da *peoples science*, em seus ensejos políticos e epistemológicos (HESS et al., 2008, p.476-477), ou seja, no sentido mais radical de um repensar e refazer tecnológico democrático, de baixo para cima (*bottom up*).

Embora reconhecendo a faceta positiva da pluralidade de denominações, na medida em que ela demonstra a liberdade de grupos locais na autodefinição de seu ideário, argumenta-se que essa diversidade de acepções desemboca numa certa imprecisão. Por exemplo, a ‘responsabilidade social’ na engenharia não é um atributo específico da EE, senão faz parte de uma ética normal da profissão. No uso do ‘desenvolvimento social’, carece um claro distanciamento da ideologia do desenvolvimentismo enquanto política neocolonialista, de consumismo alienante e crescimento material ilimitado (SACHS, 2000). Já o conceito anglo-saxão de ‘serviços comunitários’ é problemático, por sua vez, pois muitas vezes os projetos não se entendem como serviços e nem estão restritos a comunidades, senão podem ter como alvo temas como tecnologias assistivas, meio-ambiente ou combate à

corrupção. Também a 'engenharia humanitária', definida como "*the exercise of active compassion for those on the margins of social wealth and power*" e "*(to) meet the basic needs of all*" (MITCHAM; MUNOZ, 2010, p.34-35), se usa de noções problemáticas de necessidades básicas e de compaixão ativa. Afinal a EE apresenta motivações diversas e não somente a ética da compaixão. E como delimitar o que seriam necessidades básicas? Portanto, embora a questão da inclusão e marginalidade social sejam centrais para a EE, não cabe restringi-la a um conceito negativo (definido pelo que se carece), senão abarcar tudo aquilo que compreende repensar um outro desenvolvimento e ampliar as oportunidades de exercer a cidadania, incluindo possibilitar a realização de projetos de vida individuais e grupais, bem como a busca democrática de uma sociedade justa e não-violenta.

Em termos gerais pode-se distinguir uma concepção ampla de uma restrita de EE. A compreensão ampla traduz novas diretrizes profissionais, éticas e educacionais voltadas para a profissão da engenharia como um todo, em sua relação geral com o estado, o setor privado e a sociedade civil. Demandas pela sustentabilidade ambiental e a formação de um 'engenheiro global' (DOWNEY et al., 2006; BOURN; NEAL, 2008) se enquadram neste campo. Repensar a engenharia aqui, significa repensar a base tecnossocial da economia e do estado, sem omitir os interesses da sociedade civil (UNESCO, 2010, p.48, 58-59). Não está claro, entretanto, se o objetivo aqui seria disseminar/incluir, otimizar ou revolucionar a tecnologia, i.é, tomando como exemplo os automóveis, respectivamente, permitir aos excluídos adquirir carros, projetar veículos mais baratos e menos poluentes, ou criar carros com poluição zero, ou até mesmo substituí-los, reinventando o conceito de mobilidade.

Já uma definição restrita da EE é expressa, por exemplo, no conceito de 'engenharia para a justiça social' (RILEY, 2008; NIEUSMA, 2011). Esta definição concebe a construção de artefatos tecnológicos com foco no empoderamento de grupos e indivíduos, pondo em relevo a superação de desigualdades econômicas e de poder (NIEUSMA, 2011, p.09). O empoderamento é concebido como uma complexa interação entre sociedade civil e estado, inspirado em Gramsci, na qual há um potencial de agenciamento dos cidadãos na busca de seus interesses e necessidades, incluindo sua capacidade de auto-organização e de reivindicação perante políticas públicas (ADAMSON, 2010, p.116). Num contexto em que a produção científica e tecnológica é predominantemente direcionada para os interesses industriais (MIROWSKI, 2010), o ethos da engenharia para a justiça social

representa o elo mais frágil do movimento de EE.

EXTENSÃO ENGAJADA

O âmbito propriamente externo à instituição acadêmica trata da extensão universitária. Idealmente, “a extensão universitária é o processo educativo, cultural e científico que articula o Ensino e a Pesquisa de forma indissociável e viabiliza a relação transformadora entre Universidade e Sociedade” (PLANO NACIONAL..., 2001, p.05). Obviamente, o ideal de articulação das três esferas apresenta inúmeras dificuldades.

A visão de extensão da EE enfatiza noções de empoderamento, de co-criação mediante envolvimento de artesãos locais, e de reflexão sobre diferenças de cultura. Avaliações de casos empíricos nesse campo, entretanto, demonstram que há frequentemente uma incongruência entre os objetivos ético-políticos e a prática. Projetos de extensão se situam num contexto de constrangimentos rígidos de currículos, escassez de tempo, negociações entre os *stakeholders*, inclusive expectativas e graus de comprometimento diversos entre alunos e entre esses e professores, e pressões acadêmicas. Um dos resultados desse contexto é a priorização da produção de resultados, sejam estes protótipos ou publicações, em lugar de soluções sociais mais robustas e processos mais efetivos de capacitação da comunidade (NIEUSMA, 2011).

Nieusma e Riley tecem uma reflexão sobre projetos binacionais, levantando o hiato entre as propostas e sua implementação e os constrangimentos sistêmicos que afetam os projetos na prática (NIEUSMA; RILEY, 2010). A tomada de decisões e a coordenação dos projetos remetem a problemas de assimetrias de poder entre os participantes de países ricos e os de países em desenvolvimento, ou ainda, entre profissionais urbanos e com ensino superior e membros de comunidades rurais, ou de favelas, tendencialmente com baixa escolarização. A ética de igualdade entre os diferentes, junto aos participantes de projetos sociais, longe de ser óbvia, passa por um processo de constante reflexão e aprendizagem em lidar com o diferente, reconhecendo a diversidade de saberes e visões-de-mundo, bem como a necessidade de mediação de expectativas e conflitos. A reflexividade dos estudos CTS está longe de ser um corpo de princípios normativos e de conhecimento consolidado, pronto para ser aplicado no mundo empírico. Ela envolve, outrossim,

uma reflexão sobre seus próprios posicionamentos contraditórios, quando se intervém na realidade e se esbarra em inúmeros desafios (LYNCH, 2008, p.10).

Com relação à esfera da produção em pesquisa, as características próprias de um trabalho de extensão engajado podem trazer à tona desafios para o ethos da pesquisa. Neste sentido, Hess et al. Apontam, por exemplo, para tensões entre cientistas preocupados com sua autonomia de pesquisa, e movimentos sociais interessados em efeitos políticos mais imediatos (HESS et al, 2008, p.477).

CLIVAGENS IDEOLÓGICAS

Uma linha particular de indagação se refere ao papel das concepções político-ideológicas em torno da EE. Nesse sentido, há conceitos transdisciplinares com interfaces relevantes na EE, como tecnologia social e empreendedorismo social, que apontam para clivagens ideológicas, demandando uma amplificação da pesquisa e debate no campo.

A tecnologia social é um conceito de uso predominantemente brasileiro (FREITAS; SEGATO, 2012, p.3). Embora este conceito venha sendo frequentemente utilizado de forma flexível, sua proposta original denota uma concepção de tecnologia que se define em oposição à tecnologia convencional, tendo como características a viabilização de empreendimentos autogestionários, o tamanho reduzido, a não discriminação entre patrão e empregado, a orientação para o mercado interno, e o estímulo à criatividade do produtor direto (DAGNINO, 2004; DAGNINO; BRANDÃO; NOVAES, 2004; ITS, 2004). Há autores que percebem o empreendedorismo social como antagônico à tecnologia social. De acordo com Hernán Thomas, por exemplo, o empreendedorismo social se opõe à tecnologia social por não romper com as estratégias neoliberais de mercado, pelo contrário, o primeiro se usaria de uma linguagem camuflada de “convergência de interesses entre sociedade civil e mercado”, com seu objetivo primordial no lucro, resultando na exclusão social (THOMAS, 2009, p.41-42).

Entretanto, há concepções de empreendedorismo social que não se alinham à interpretação de Thomas. Desta forma, o empreendedorismo social definido pela missão de criar valor social e produzir mudança social significativa, inclui também iniciativas ‘sem fins lucrativos’ (DACIN; DACIN, 2011, p.1204-1205).

Se ambos os conceitos, tecnologia social e empreendedorismo social,

apresentam os mesmos objetivos gerais de gerar benefícios palpáveis para um público em desvantagem social, eles diferem em seus métodos e sua orientação ético-política. Ambos os modelos apresentam riscos. O risco do negócio social é uma priorização da eficiência e sustentabilidade econômica em detrimento de objetivos como empoderamento e co-criação. Já uma interpretação de tecnologia social que impõe um modelo rígido elaborado fora de seu contexto de implementação, que sempre varia de caso a caso, é inaceitável pois quer impor um modelo único, indo contra o respeito à autodeterminação e diversidade dos próprios atores participantes, e portanto, alienante para a cultura local. Projetos de impacto social devem, pelo contrário, objetivar sua apropriação pela comunidade ou público-alvo, que irão definir a sua forma de organização de acordo com seus próprios valores e interesses.

Há de fato uma tensão entre o foco na eficiência econômica e o foco no empoderamento. Por exemplo, uma cooperativa popular que toma decisões baseadas na democracia deliberativa exigirá muito mais tempo para debates e busca de consenso, diferentemente de uma estrutura hierárquica com delegação de funções e responsabilidades, ambos os modelos apresentando trade-offs entre eficiência econômica e legitimidade política. Uma questão central é, portanto, de que forma projetos com foco social combinam elementos desejáveis como eficiência econômica, design criativo, co-criação e empoderamento.

SUGESTÕES DE PESQUISA

A EE emerge a partir de múltiplas iniciativas no sentido de redesenhar as concepções e práticas do ensino, pesquisa e extensão na formação de engenheiros. Como um campo de pesquisa e debate emergente, sugerimos aqui alguns problemas de pesquisa.

Para melhor compreensão das iniciativas da EE faz-se necessário expandir os estudos de caso aprofundados, coletando materiais sobre as práticas, estruturas e percepções dos *stakeholders*. Paralelamente, estudos comparativos podem explorar questões transversais no âmbito interno e externo às escolas de engenharia. No âmbito interno se pergunta sobre o modelo de inserção de concepções e práticas de EE no ensino, pesquisa e extensão. Qual é o design institucional da EE, há uma estrutura específica para sua promoção com uma rede interna de colaboradores? Como funciona a estrutura de apoio institucional, administrativo e financeiro? De que

forma a EE é integrada no currículo? Há esforços interdisciplinares? Quais as facilidades disponíveis para usos de laboratórios e construção e teste de protótipos?

No âmbito da pesquisa, pode-se rastrear o número de projetos de pesquisa financiados, dissertações de mestrado e teses de doutorado com vinculação relevante na área, assim como o impacto da temática em publicações, incluindo a área de engenharia e educação e áreas afins, como os estudos CTS. Qual são os temas de interesse na área, como estes evoluem, quais as lacunas a serem exploradas?

No âmbito externo às escolas de engenharia pode se focar nos projetos de extensão, na configuração de redes e parceriais, bem como em elementos mais gerais como as políticas públicas relacionadas. Me restrinjo aqui às indagações sobre a extensão. Cabe perguntar de que forma casos de EE estão integrando trabalhos de extensão com o ensino e a pesquisa acadêmica, num campo de tensões entre múltiplos objetivos e *trade-offs*. As metas são satisfeitas? Quais as principais dificuldades e quais as estratégias para sua superação? Como os alunos percebem seu envolvimento com os projetos? Quais métricas para a mensuração do impacto na aprendizagem podem ser desenvolvidas? Qual a percepção das comunidades sobre os projetos? Há capacitação, há continuidade dos projetos? De que forma se resolve a tensão entre foco no produto e o foco no processo, e ainda, entre os fins de eficiência econômica e de empoderamento?

BIBLIOGRAFIA

ABET - Accreditation Board of Engineering and Technology. **Engineering Change: A Study of the Impact of EC2000**. (Lisa R. Lattuca, Patrick T. Terenzini, J. Fredricks Volkwein). Baltimore, Maryland: ABET, 2006.

ADAMSON, Dave. Community empowerment - Identifying the barriers to purposeful citizen participation. **International Journal of Sociology and Social Policy**, (Emerald), v. 30, n. 3/4, p.114-126, 2010.

AMADEI, Bernard; SANDEKIAN, Robyn. Model of Integrating Humanitarian Development into Engineering Education. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v.136, issue 2, p.84-92, 2010.

ANDERSON, W.; ADAMS, V. Pramoedya's Chickens: Postcolonial Studies of Technoscience. In: HACKETT, Edward J., AMSTERDAMSKA, Olga, LYNCH, Michael & WAJCMAN, Judy (eds). **The Handbook of Science and Technology Studies**. (3 ed), Cambridge (MA): MIT Press, 2008.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V.; LINSINGEN, I. **Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia**. 2.ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008.

BOURN, Douglas; NEAL, Ian. **The Global Engineer - Incorporating global skills**

within UK higher education of engineers. London: DFID/University of London/Engineers Against Poverty, March 2008.

BRASIL. **Diretriz curricular dos cursos de engenharia CNE/CES nº 1.362/2001**, Brasília: MEC, 2001.

BROCK, D., STEINER, S. & JORDAN, L. Using the Social Entrepreneurship Model to Teach Engineering Students How to Create Lasting Social Change. In: COLLEDGE, Thomas H. (ed). **Convergence: Philosophies and Pedagogies for Developing the Next Generation of Humanitarian Engineers and Social Entrepreneurs**, IJSLE, 2012.

BROWN, T., WYAT, J. Design Thinking for Social Innovation. **Stanford Social Innovation Review**, Winter 2010.

COYLE, E.; JAMIESON, L.H; OAKES , W.C. Phases Of Epics Projects. In: EPICS: Engineering Projects in Community Service. **Int. J. Engng.**, v. 21, n. 1, 2005.

CHOI, N; MAJUMDAR, S. Social Innovation: Towards a Conceptualisation. In: Majumdar et al. (eds.), **Technology and Innovation for Social Change**, India: Springer, pp 07-34, 2015.

DACIN, M. T.; DACIN, P. A. & Tracey, P. Social Entrepreneurship: A Critique and Future Directions. In: **Organization Science**, (INFORMS), v. 22, n.5, p. 1203–1213, 2011.

DAGNINO, Renato. A Tecnologia Social e seus Desafios. In: **Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, p. 187-209, 2004.

DAGNINO, Renato; BRANDÃO, Flávio C.; NOVAES, Henrique T. Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. In: **Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, p. 15-64, 2004.

DE GRAAFF, Erik et al. (eds.). **Global Research Community: Collaboration and Developments**. Aalborg: Aalborg University Press, 538p., 2015.

DOWNEY, Gary L. et al. The Globally Competent Engineer: Working Effectively with People Who Define Problems Differently. **Journal of Engineering Education**, p.01-16, April, 2006.

FENNER, Richard A.; AINGER, Charles M.; CRUICKSHANK, Heather J.; GUTHRIE, Peter M. Embedding sustainable development at Cambridge University Engineering Department, **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 6, n. 3, 2005.

FELIZARDO, A. O., et al.. Incubadora Tecnológica de Desenvolvimento e Inovação de Cooperativas e Empreendimentos Solidários: Verticalização das relações entre universidade e sociedade, **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 11, n. 23, jul./dez. 2015

FREITAS, Carlos C. G.; SEGATTO, Andrea P. Tecnologia Social - Caracterização da Produção Científica. **Congresso Internacional de Administração**. Gestão Estratégica: Empreendedorismo e Sustentabilidade. Ponta Grossa PR. Setembro de 2012.

GIL, Fernando de O.; PIFFER, Maria Inês; PATRÍCIO, Nathalia S. Programa Poli Cidadã: A Influência da Responsabilidade Social na Formação dos Engenheiros. V ENEDS, **Anais...** São Paulo, SP, Brasil, 02-03 set. 2008.

GRAHAM, Ruth. **Achieving excellence in engineering education: the ingredients of successful change**. The Royal Academy of Engineering and MIT, London, March 2012.

GRISI, Fernando C. **Empreendedorismo Social: Uma pesquisa exploratória de ações de disseminação no Brasil**. 2008. 148 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Curso de Pós-graduação em Administração, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

HESS, D.; BREYMAN, S.; CAMPBELL, N.; MARTIN, B. Science, Technology and Social Movements. In: HACKETT, Edward J., AMSTERDAMSKA, Olga, LYNCH, Michael & WAJCMAN, Judy (eds). **The Handbook of Science and Technology Studies**. (3 ed), Cambridge (MA): MIT Press, p. 473-498, 2008.

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

JOHNSON, Deborah G.; WETMORE, Jameson M. STS and ethics: Implications for engineering ethics. In: HACKETT, Edward J., AMSTERDAMSKA, Olga, LYNCH, Michael & WAJCMAN, Judy (eds). **The Handbook of Science and Technology Studies**. (3 ed), Cambridge (MA): MIT Press, p. 567-581, 2008.

LAPPALAINEN, P. Development cooperation as methodology for teaching social responsibility to engineers, **European Journal of Engineering Education**, v. 36, n. 6, p.513–519, Dec. 2011.

LUCENA, J. C.; SCHNEIDER, J; LEYDENS, J. A., **Engineering and Sustainable Community Development**, Morgan & Claypool Publishers. Synthesis Lectures on Engineers, Technology and Society Lecture #11, ed. Caroline Baillie, University of Western Australia, 2010.

LYNCH, Michael. Ideas and Perspectives. In: HACKETT, Edward J., AMSTERDAMSKA, Olga, LYNCH, Michael & WAJCMAN, Judy (eds). **The Handbook of Science and Technology Studies**. (3 ed), Cambridge (MA): MIT Press, p.9-11, 2008.

MARQUES, Ivan da C.. Entrevista: Estudos CTS – Natureza e Sociedade na Construção do Conhecimento Científico, **Revista Tecnologia & Cultura** – ano 10, n. 13, Rio de Janeiro: CEFET-RJ, 2009.

MCKENNA, Ann F. et al. Approaches to Engaging Students in Engineering Design and Problem Solving. **Proceedings of the American Society for Engineering Education (ASEE) Annual Conference**, Vancouver, BC Canada, v. 18 of 29, June, p.26-29, 2011.

MIROWSKI, Philip. The Modern Commercialization of Science is a Passel of Ponzi's Scheme. **Nicholas Mullins Lecture**, Draft 2.0, February, 2010, Disponível em: <<http://ideaseco.files.wordpress.com/2011/03/mirowski-mullins-lecture.pdf>>. Acesso em: 11 julho 2013.

MITCHAM, C.; MUNOZ, D.R.. **Humanitarian Engineering**. Synthesis Lectures on Engineers, Technology and Society, Morgan & Claypool Publishers. 2010.

MURCOTT, Susan. Perspectives on Co-designing / Co-evolving for Development. **Lecture to “Design that Matters”** (SP717). Cambridge, MA: MIT, April 4, 2005.

NELSON, Lindsey. Research and development strategies for innovations that alleviate poverty. **Studies in Material Thinking**. v. 6. AUT University, December,

2011.

NIEUSMA, Dean. Engineering, Social Justice, and Peace: Strategies for Pedagogical, Curricular and Institutional Reform. **American Society for Engineering Education**, 2011.

NIEUSMA, Dean; RILEY, Donna. Designs on development: engineering, globalization, and social justice. **Engineering Studies**, v. 2, n. 1, p.29–59, April 2010.

ORTIZ-RIAGA, María C.; MORALES-RUBIANO, María E.. La extensión universitaria en América Latina: Concepciones y tendencias. **Educación y Educadores**, v. 14, n. 2, p. 349-366, mayo-ag. 2011.

Plano Nacional de Extensão Universitária. Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras; SESu / MEC; Brasília, 2001.

REDE DE TECNOLOGIAS SOCIAIS. **Tecnologias Sociais: Caminhos para a sustentabilidade**. (Aldalice Otterloo et al.). Brasília/DF: Rede de Tecnologias Sociais, 2009.

REINA-ROZO, Juan D.; PEÑA, Ismael. Inventiveness and Society, an experience from the Problem Based-Learning approach for a post-conflict scenario in Colombia. In: DE GRAAFF, Erik et al. (eds.). **Global Research Community: Collaboration and Developments**. Aalborg: Aalborg University Press, p. 245-256, 2015.

RIBEIRO, C. H. C. ; SANTANA, L. M. ; KLEBA, J. B. **Aspectos do Ensino de Engenharia: Experiências no ITA**. In: 67° Reunião Anual da SBPC, **Anais...**, São Carlos, 2015.

RILEY, Donna. **Engineering and Social Justice**, Synthesis Lectures on Engineers, Technology and Society, Morgan and Claypool Publ., 151p., 2008.

SACHS, Wolfgang. Development: The rise and decline of an ideal, n 108, **Wuppertal Papers**, Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy, 2000.

SINGER, Paul. Economia solidária. **Estudos avançados**. São Paulo, v. 22, n. 62, Apr. 2008.

SISMONDO, Sergio. Science and technology Studies and an Engaged Program. In: HACKETT, Edward J., AMSTERDAMSKA, Olga, LYNCH, Michael & WAJCMAN, Judy (eds). **The Handbook of Science and Technology Studies**. (3 ed), Cambridge (MA): MIT Press, p. 13-31, 2008.

SMITH, Amy. **Creative Capacity Building Design Notebook**. D-Lab, MIT (illustrated by Nathan Cooke, assistance from Ben Linder; Kofi Taha et al.), s.d.

THOMAS, Hernán E. Tecnologias para Inclusão Social e Políticas Públicas na América Latina. In: Rede de Tecnologias Sociais. **Tecnologias Sociais: Caminhos para a sustentabilidade**. (Aldalice Otterloo et al.). Brasília/DF: Rede de Tecnologias Sociais, p.25-81, 2009.

TYGEL, A.; DWEK, M.; ALVEAR, C. A. S.; ADDOR, F.; HENRIQUES, F. C. Tecnologias Sociais: aplicações e limites do conceito em projetos de engenharia. In: **Anais ...**, VIII ESOCITE, Buenos Aires, 2010.

UNO, **Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York: United Nations, 2015.

UNESCO. **Engineering: issues, challenges and opportunities for development**. Paris: UNESCO, 2010.

VALDERRAMA, **Andrés F. V. P.** et al. . **Borders of Engineers Without Borders.**
IJESJP, v1, n1, 2012.