RIDAA
Repositorio Institucional
Digital de Acceso Abierto de la
Universidad Nacional de Quilmes

Universidad
Nacional
de Quilmes

Rossi Lorenzi, Bruno

A Teoria Ator-Rede aplicada às Tecnologias Sociais: construindo redes sem pontos de passagem obrigatórios

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - Sin Obra Derivada 2.5
https://creativecommons.org/licenses/by-nd/2.5/ar/

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:
Rossi Lorenzi, B., Britto Días, R. de y Andrade, T. H. Novaes de (2021). A Teoria Ator-Rede aplicada às Tecnologias Sociais: construindo redes sem pontos de passagem obrigatórios. Redes: revista de estudios sociales de la ciencia y la tecnología, 27(52). Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/5760

Puede encontrar éste y otros documentos en: https://ridaa.unq.edu.ar

Universidad Nacional de Quilmes
Roque Sáenz Peña 352 // Bernal
Buenos Aires // Argentina
t.: (+41 11) 4365 7100
f.: (+54 11) 4365 7101
info@unq.edu.ar

REDES
Revista de estudios sociales de la ciencia y la tecnología

A Teoria Ator-Rede aplicada às Tecnologias Sociais: construindo redes sem pontos de passagem obrigatórios

Bruno Rossi Lorenzi[*]

Rafael de Britto Dias[**]

Thales Haddad Novaes de Andrade[***]

Resumo

O presente artigo apresenta um conjunto de reflexões acerca da aplicação da Teoria Ator-Rede (TAR) em casos já estudados de tecnologias sociais, compreendidas como intervenções sociotécnicas envolvendo indivíduos, grupos ou comunidades em contextos de produção de conhecimento e tecnologias orientados à promoção da inclusão social. Buscamos, aqui, mostrar como a TAR pode ser útil no estudo de experiências dessa natureza e contribuir, assim, para

[*] Programa de Ciência, Tecnologia e Sociedade Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Correo electrónico: brunolorenzi@gmail.com

[**] Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Correo electrónico: rbdias@unicamp.br

[***] Departamento de Ciências Social da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Correo electrónico: thaleshnandrade@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.48160/18517072re52.102

a análise de tecnologias sociais. Além disso, o artigo tem como objetivo apontar os limites da TAR quando se analisa tecnologias sociais, especialmente nos casos que se enquadram nos princípios da Adequação Sociotécnica e visam a autonomia dos usuários. Por fim, propomos ajustes conceituais que deem conta dessas limitações e contribuam para a análise de tecnologias sociais, como o conceito de caixa-aberta e ponto de passagem não-obrigatório. Esperamos que com isso a TAR possa ser utilizada com mais frequência na análise de Tecnologias Sociais e Inovações Inclusivas, já que as suas limitações são em grande medida superadas com a adoção desses ajustes.

Palavras-chave

TEORIA ATOR-REDE, TECNOLOGIA SOCIAL, ADEQUAÇÃO SOCIOTÉCNICA, ESTUDOS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA.

Introdução

A reflexão proposta nesse artigo visa repensar os conceitos da Teoria Ator-Rede (TAR) quando aplicados a estudos de casos de tecnologias sociais (TS), assim como refletir sobre os limites dessa teoria nesses casos e propor ajustes conceituais, pertinentes a este e possivelmente outros contextos. A justificativa para essa reflexão é de que, como iremos demonstrar, as tecnologias sociais não correspondem – em termos de concepção, processo de construção e resultados – à forma como os autores da Teoria Ator-Rede pensaram o fazer científico e a tecnológico em geral tendo sempre a tecnologia convencional em mente. Isso implica a necessidade de refletir sobre os limites da TAR e a construção de ajustes conceituais que deem conta dessas modalidades tecnológicas.

Para isso, primeiramente apresentaremos algumas reflexões sobre o conceito de tecnologia social, trazendo um breve histórico do assunto, seus principais autores e recentes debates. Embora sejam conceitos distintos, há aproximações possíveis entre eles, as quais dialogam com os elementos que destacamos na interpretação que aqui propomos. Nessa seção, também abordaremos o conceito de Adequação Sociotécnica (AST), o qual utilizamos para qualificar as tecnologias sociais em questão e para dialogar com as noções que vamos propor a partir da TAR. Em seguida, apresentaremos alguns casos de tecnologias sociais estudados por outros autores que trazem apontamentos sobre os aspectos da teoria ator-rede que pretendemos debater e como a TAR pode contribuir para a análise de tecnologias sociais. Por fim, fazemos uma reflexão a respeito das limitações da TAR quando aplicada a estudos de

tecnologias sociais e buscamos aproximar as ferramentas analíticas consolidadas pela TAR a esses novos contextos, sugerindo alterações em conceitos já largamente difundidos e utilizados em análises de tecnologias mais convencionais.

A reflexão que se faz, parte especialmente dos conceitos de ponto de passagem obrigatório (Callon, 1986) e de caixa-preta (Latour, 2000). Como iremos debater, esses conceitos nos parecem perfeitamente adequados quando analisamos tecnologias convencionais, como os produtos da indústria voltados ao mercado consumidor, tecnologias patenteadas, máquinas utilizadas no setor produtivo e de serviços, etc. Porém, não se mostram tão eficazes quando temos em mente uma tecnologia social, que é projetada não para o mercado consumidor convencional, mas sim para projetos de economia solidária, empreendimentos autogestionários ou simplesmente para resolver problemas específicos da população mais vulnerável.

Essa tensão se torna ainda mais visível quando pensamos em TS que se enquadram nos princípios da AST, já que esta perspectiva prioriza a atuação conjunta entre engenheiros, cientistas e usuários, a propriedade coletiva dos meios de produção e a apropriação libertadora do conhecimento e das tecnologias desenvolvidas coletivamente nessas experiências, que visam gerar renda e autonomia aos seus usuários. Dessa forma, é impensável, dentro dessa perspectiva, que se desenvolvam tecnologias que se enquadrem no conceito de caixa-preta e ponto de passagem obrigatório, ou seja, tecnologias cujo funcionamento é desconhecido pelos usuários finais, protegido com direitos autorais, mantido em segredo e que vise controle sobre os usuário e produtores.

Haveria aí um descompasso entre os princípios da AST e as formulações teóricas da TAR que precisa ser melhor debatido.

Essa questão, que desenvolveremos com mais detalhes e profundidade ao longo do texto, nos parece relevante para que se proponha ajustes conceituais que deem conta das experiências associadas às TS e AST se quisermos continuar utilizando a TAR em estudos de caso desse tipo, como as noções de “caixa-aberta” e “ponto de passagem não-obrigatório”, que apresentamos no final da discussão.

Tecnologias Sociais: histórico e relevância atual

As tecnologias sociais (TS) são um tipo de tecnologia adaptada, principalmente para o uso em comunidades com baixa renda, por pequenos produtores ou em empreendimentos auto-gestionários. Essas tecnologias são pensadas e desenhadas para resolver problemas sociais e ambientais, de preferência em conjunto com os próprios usuários (que se tornam, efetivamente, usuários-produtores), o que possibilita maior integração da comunidade desde a sua concepção, permitindo que os próprios usuários deem manutenção e aperfeiçoem esses artefatos ou sistemas (Thomas, Juarez e Picabea, 2015). Elas são mais facilmente compreendidas em contraposição às Tecnologias Convencionais (TC) que, em geral, possuem as seguintes características (Dagnino, 2014):

- Poupadora de mão-de-obra,
- Intensiva em capital,
- Grande em escala,

- Hierarquizante,
- Segmentada (não permite o controle do produtor direto),
- Alienante (no sentido material e cognitivo),
- Ambientalmente insustentável,
- Economicamente não-distributiva (monopolista por excelência).

Em contraposição, as Tecnologias Sociais teriam como objetivo principal não promover o controle e a exploração típicos das tecnologias convencionais. Seriam, idealmente, pequenas em escala, de simples funcionamento (ou compreensíveis para o produtor e o operador direto), não-hierarquizante, intensiva em mão-de-obra, ambientalmente e socialmente sustentáveis e, principalmente, capazes de viabilizar pequenas empresas e empreendimentos coletivos e autogestionários, ou seja, competitivas ao mesmo tempo em que libertam a capacidade física, criativa e financeira das pessoas envolvidas (Thomas, 2012, Dagnino, 2014, Novaes y Dias, 2009).

O conceito de tecnologia social atualmente em uso surgiu como um desdobramento e aperfeiçoamento da chamada Tecnologia Apropriada (TA), primeiramente colocada em prática por Gandhi na década de 1910 na Índia (mas sem utilizar esse termo), ao adaptar e melhorar as tecnologias utilizadas na indústria têxtil, especialmente a roca de fiar, para o uso dentro das vilas e comunidades, excluindo dessa forma o controle e a apropriação capitalista do excedente (mais-valia), cunhando a expressão “produção pelas massas, não produção em massa” (Herrera, 1983, Novaes y Dias, 2009).

Posteriormente, a ideia de Tecnologia Apropriada foi posta em prática em outros lugares da Ásia e influenciaram o economista alemão Ernst Friedrich Schumacher que, inspirado nessas práticas, desenvolveu o conceito de

Tecnologia Intermediária em seu livro "*Small is beautiful: economics as if people mattered*" lançado em 1973. Schumacher (1973) compartilhava com outros autores, como Rachel Carson e os pensadores associados ao "Clube de Roma", a ideia de que o uso intensivo de recursos naturais pelo modelo capitalista vigente levaria ao seu esgotamento e, portanto, era insustentável. Ao mesmo tempo, defendia que a tecnologia intensiva em capital era inapropriada aos países subdesenvolvidos (ou de terceiro mundo na época) devido à grande dependência desses países por importações de máquinas e tecnologias dos países ricos para fins de produção ou, ainda, o seu consequente endividamento financeiro. Defendia, portanto, o uso de tecnologias mais simples por esses países, pequenas em escala, de baixo custo, intensivas em mão-de-obra e que respeitasse a dimensão ambiental.

Apesar dos projetos sociais e planos de governo que os conceitos de Tecnologia Apropriada e Tecnologia Intermediária incentivaram nas décadas de 1970 e 1980, houve pouco avanço em relação aos seus objetivos principais, como diminuição da desigualdade e expansão dessas alternativas (Dagnino, 2008, Novaes y Dias, 2009). Uma das principais críticas que se faz ao movimento da Tecnologia Apropriada é de que apesar de necessárias, essas iniciativas não eram suficientes. Esses movimentos não questionavam a estrutura de poder vigente e a distribuição desigual de riquezas, propondo apenas uma adaptação ou simplificação com alteração de escala (*downgrading*) das tecnologias produtivas, sem questionar o modo de produção capitalista e sua consequente exploração. Ao criar oportunidades apenas de sobrevivência a trabalhadores pouco qualificados ou desempregados, mas não de crescimento e diminuição de desigualdade, a TA foi acusada de contribuir para o fortalecimento da lógica

capitalista ao criar condições para a manutenção da baixa remuneração e marginalização social, atenuando o desemprego estrutural e reforçando, portanto, a exploração capitalista (Herrera, 1983, Dagnino, 2014, Novaes e Dias, 2009).

Além disso, aqueles que pensavam a Tecnologia Apropriada muitas vezes não levavam em conta o contexto em que a tecnologia convencional era gerada e, portanto, a dificuldade em adaptá-la a outros contextos. Soma-se a isso o fato de que o modelo de TA não altera a forma de produção e difusão de conhecimento. Ao tentar adaptar tecnologias convencionais, permaneceria a dependência tecnológica dos países desenvolvidos, das empresas de tecnologia e do sistema acadêmico de pesquisa, excluindo os usuários finais da sua concepção e construção e, portanto, mantendo a alienação tecnológica desses atores (Novaes y Dias, 2009).

As tecnologias sociais na perspectiva da Adequação Sociotécnica

Com o objetivo de superar as limitações do conceito de TA, já comentado acima, alguns autores (Dagnino, Brandão e Novaes, 2004, Thomas, 2008) desenvolveram o conceito de Adequação Sociotécnica (AST). A AST tem como objetivo adequar a tecnologia convencional aos usos e interesses de movimentos sociais, pequenos produtores e empreendimentos autogestionários, por meio de um processo participativo de desconstrução e remodelação das tecnologias produtivas, adaptando-as a essas iniciativas por meio do ajuste do

processo de trabalho à propriedade coletiva dos meios de produção (sem a hierarquia tradicional da empresa capitalista), divisão igualitária dos resultados e autogestão. Além disso, a AST busca não somente converter a TC em TS, mas também iniciar um processo de superação dessas tecnologias e das organizações que as adotam, incluindo assim uma dimensão ou movimento que não estava presente na TA.

Sendo assim, a AST inclui em seus fundamentos princípios como incorporação de conhecimentos científico-tecnológicos já existentes e também de conhecimentos novos, gerados em parceria com universidades ou centros públicos de pesquisa para o melhoramento das tecnologias e dos processos empregados nesses empreendimentos. Com isso, além de promover o uso de tecnologias mais solidárias, voltadas à socialização dos ganhos (Dagnino, 2019), a AST não fica presa aos conceitos de tecnologia simplificada da TA, visando, ao contrário, a geração de inovações a partir da criação de novas tecnologias e processos pensados desde o princípio na perspectiva da tecnologia social por meio de parceria com as universidades públicas – que são as principais produtoras de ciência na América Latina (Dagnino, Brandão e Novaes, 2004).

É importante salientar que, na perspectiva da AST, as tecnologias sociais não podem ser simplesmente importadas de um contexto para outro significativamente distinto para serem então empregadas pelos movimentos sociais ou empreendimentos autogestionários, pois isso não acabaria com a dependência tecnológica desses movimentos.

Conforme apontado por Thomas (2012), a AST remete a um “processo auto-organizado e interativo”, por meio do qual conhecimentos, artefatos e

sistemas são integrados no âmbito de dinâmicas ou de trajetórias sociotécnicas socio-historicamente situadas. Nesses contextos, conhecimentos e tecnologias funcionam (ou não) em decorrência dos sentidos que vão sendo construídos desde o estabelecimento das relações problema-solução e do desenho de respostas para o seu tratamento. Ou seja, funcionamento e não funcionamento não são resultados *ex post* da mobilização de certos conhecimentos e artefatos, mas elementos constitutivos das próprias dinâmicas ou trajetórias sociotécnicas. Nesse sentido, continua Thomas (2012), o funcionamento dos artefatos não remete propriamente a suas características intrínsecas. Trata-se de um atributo sociotecnicamente construído. Reflete problemas e soluções definidas e negociadas por atores (inclusive pelos usuários), conformadas a partir de arranjos sociotécnicos historicamente situados.

Essas reflexões são centrais para as reflexões que aqui propomos, uma vez que apontam para as noções de adequação e funcionamento não como resultados, mas como partes centrais da construção de estratégias para o desenvolvimento de sistemas sociotécnicos orientados pela ideia de TS. Elas sugerem que é preciso considerar as alianças sociotécnicas - “movimentos de alinhamento e coordenação” de elementos heterogêneos que “viabilizam ou impedem a estabilização da adequação sociotécnica de uma tecnologia e da atribuição de sentido de funcionamento” (Thomas, 2012). Em síntese, como destacado por Thomas e Becerra (2020, p.38), o funcionamento de uma tecnologia não tem a ver estritamente com o fato dela ser bem construída, mas “porque se conecta bem com tudo o que existe previamente e porque alguns grupos decisores participam no processo de construção de seu funcionamento”.

Prosseguindo nessa linha, podemos afirmar que a TS é necessariamente desenvolvida em conjunto com os movimentos sociais ou usuários finais, a partir dos sentidos que atribuem, de forma a permitir a completa independência desses grupos e o melhoramento e desenvolvimento dessas tecnologias por parte dos envolvidos. Tecnologia Social, portanto, sempre está relacionada ao envolvimento ativo de usuários-produtores no desenho e implementação das soluções para os problemas de um dado local, quebrando, pois, a cisão entre "produtores" e "usuários" ou "beneficiários" de conhecimentos, produtos ou técnicas. A ativa participação dos usuários no processo de desenho das tecnologias e das estratégias para seu desenvolvimento, favorecendo arranjos hierárquicos mais horizontais, é fundamental para o sucesso de experiências apoiadas na AST. Por sua importância e complexidade, é também um desafio central na constituição de alianças heterogêneas que envolvam, por exemplo, grupos de pesquisadores ligados a organizações de pesquisa tradicionais, de um lado, e "usuários" (como comunidades, pequenos produtores e cooperativas de trabalho), de outro (Fressoli et al, 2013).

Ainda sobre as tecnologias sociais e a Adequação Sociotécnica, Hernán Thomas (2008, 2012) estabelece quatro aspectos fundamentais de qualquer tecnologia social. São eles:

a) *Aspectos político-institucionais*: relativos à implementação e gestão do projeto, como os programas aos quais ela está vinculada, se é uma iniciativa pública ou delegada a terceiros, etc.

b) *Aspectos sócio-institucionais*: relacionados à participação, gestão e tomada de decisões do projeto. Isso implica avaliar se existem, por exemplo, espaços e estrutura para tomada de decisões e participação, se são os próprios usuários que realizam essas atividades (ou não), de que forma, etc.

c) *Aspectos socioculturais*: todo projeto ou TS deve estar em harmonia com a cultura e os valores locais para funcionar adequadamente. Isso significa que devemos avaliar se os usuários aceitam ou estranham essas tecnologias, se tem ressalvas, medos, ou se aquilo se incorpora de fato às suas vidas e comunidades, tornando-se parte integrante do seu dia-a-dia.

d) *Aspectos tecno-cognitivos*: Implica avaliar se as soluções técnicas empreendidas foram adequadamente entendidas pelos usuários e se eles são capazes, por exemplo, de operar os artefatos, dar manutenção, propor melhorias e reproduzi-los em outros locais.

Para avaliar esses aspectos, Thomas (2008, 2012) diferencia dois tipos ideais de Tecnologias sociais: a Tecnologia Apropriada (TA) – correspondentes às primeiras tecnologias sociais, pensadas de cima para baixo, para resolver problemas muito pontuais e sem grande integração e participação da comunidade -, e a Adequação Sociotécnica (AST), conceito que apresenta uma grande evolução em relação à TA. Essas diferenças se expressam em níveis cognitivos, socioeconômicos e políticos. Ao pensar a tecnologia no seio de uma determinada comunidade, em conjunto com os usuários, a AST criaria um processo endógeno de concepção e uso (ao invés de simplesmente importa-la de outro lugar), que inclui múltiplos saberes e perspectivas (plural), aperfeiçoada

continuamente (não-linear), que se integra na comunidade socialmente e economicamente (sistêmica), de coordenação coletiva (horizontal) e voltada para a autonomia de seus usuários e geração de dinâmicas socioeconômicas libertadoras (Thomas, 2008, 2012).

Outro aspecto importante que deve ser levado em consideração quando pensamos em TS se refere à integração das tecnologias entre si e com a comunidade. Segundo Jesus e Bagattolli (2013), existem três tipos ou níveis de TS que podem ser integradas: 1) tecnologias voltadas às necessidades básicas, como saneamento, fornecimento de água, energia, moradia, saúde, etc, 2) tecnologias de geração de renda, como técnicas agroecológicas ou que melhorem a produtividade do trabalho, e por fim, 3) tecnologias articuladas, que conectam o projeto a outras instituições e setores, como programas governamentais, bancos comunitários, economia solidária, empresas autogestionárias, etc, gerando dinâmicas socioeconômicas complexas que vão muito além da solução pontual de problemas. De fato, as tecnologias sociais podem ser organizadas de modo a produzir mudanças mais amplas, como parte de redes sociotécnicas amplas capazes de reorganizar não apenas as formas de produção, mas também outras dimensões da vida nas comunidades.

É possível também desenvolver sistemas híbridos, ou seja, artefatos tecnológicos que não foram desenhados coletivamente, sendo originalmente uma tecnologia convencional, mas que passam a ser incorporados e autogeridos pela comunidade local, como foi, por exemplo, o caso do Programa Água Doce, que resgatou e revitalizou dessa forma o antigo programa de dessalinização do

Semiárido (Programa Água Boa), antes abandonado devido a diversos problemas técnicos e de gestão (Costa e Abreu, 2013).

Em que pese o fato de as Tecnologias Sociais poderem eventualmente visar a geração de lucro aos seus participantes (afinal, necessita ser viável como todo empreendimento para funcionar e poder repartir os ganhos), essa motivação é geralmente secundária, sendo seu objetivo fundamental a transformação da realidade social em determinado contexto. Além disso, os meios para a sua concepção e construção também são muito divergentes da TC, orientados para a conscientização e participação material e intelectual de todos os seus membros. Portanto, o processo e resultado são muito diferentes do convencional.

Dessa forma, devemos nos perguntar se os estudos sociais sobre a ciência e a tecnologia desenvolvidos nas últimas décadas – sempre focados nos grupos e na forma convencional de se gerar tecnologia – dão conta de explicar as tecnologias sociais e suas implicações. Para isso, primeiro precisamos retomar como esses estudos contribuíram para o nosso entendimento do processo científico e tecnológico para depois explorar seus limites.

Contribuições dos ESCT e da TAR para a análise de tecnologias sociais

Os estudos sociais da ciência e da tecnologia (ESCT), em especial o construtivismo social, têm demonstrado ao longo dos últimos 40 anos que a ciências e a tecnologias não são neutras ou imparciais, ao contrário, são

completamente dependentes de instituições e grupos externos ao ambiente laboratorial, orientados por valores sociais e políticos de seus participantes e contribuidores, e, ainda, repletas de controvérsias, disputas e indefinições, como qualquer outra atividade social. Dessa forma, a ciências e a tecnologias não evoluiriam necessariamente orientadas por um tipo de desenvolvimento tecnológico e social meta-historicamente determinado (correspondente à visão canônica de ciência e tecnologia e das teorias econômicas usuais), ao contrário, possui seu horizonte aberto a questões e soluções social e politicamente negociadas (Dagnino, 2008).

Para exemplificar, vamos retomar alguns estudos que ficaram famosos na área explorando essas questões. Em sua análise histórica sobre o desenvolvimento e design das bicicletas em seus primórdios, inspirados na sociologia simétrica de David Bloor (1988) e no modelo teórico proposto por Harry Collins (1981) para a análise de controvérsias científicas (*The Empirical Programme of Relativism* – EPOR), Pinch e Bjiker (1987) propõem um modelo similar para a tecnologia, que dão o nome de *Social Construction of Technology* (SCOT). Nesse modelo, multidirecional, os autores exploram as muitas possibilidades e grande flexibilidade que o desenho e desenvolvimento de artefatos tecnológicos possuem, assim como a importância de grupos sociais considerados relevantes e como os valores e costumes da época são decisivos nas escolhas e soluções adotadas no design desses artefatos. Como os autores demonstram no caso das bicicletas, aspectos como o material dos pneus, uso de marchas, freios, altura das rodas, etc, que poderiam ter se desenvolvido numa infinidade de direções, apontadas através dos projetos e protótipos recuperados no estudo, foram sendo definidos ao longo do tempo a partir dos valores, usos e

opiniões dos grupos sociais considerados relevantes na época. Dessa forma, os autores fazem uma grande contribuição à visão da tecnologia enquanto uma construção socialmente negociada e não determinista, o que é fundamental, também, para o conceito de Tecnologia Social.

As contribuições do historiador da tecnologia Thomas Hughes (1993, [1983]) também são fundamentais nesse sentido, podendo ser considerado um dos pioneiros nessa perspectiva ao demonstrar que a formação de sistemas tecnológicos bem sucedidos, como os sistemas de eletricidade, dependiam da concatenação de elementos de diferentes naturezas, tanto sociais (envolvendo pessoas, empresas, políticas, regulamentações, economia, etc), quanto de elementos técnicos (transformadores, correntes, formato de geração e distribuição, etc), criando a expressão "teia sem costuras" (*seamless web*) para fazer analogia a esses sistemas que imbricam elementos heterogêneos entre si, mas que possuem grande flexibilidade e vão se transformando com o tempo (ou seja, não são fixos ou determinados). Entre muitas outras coisas, esses autores demonstraram o caráter heterogêneo, coletivo, negociado e, portanto, sociotécnico das tecnologias modernas.

Mais ou menos na mesma época (década de 1980), Collins e Pinch (2003) iniciam uma série de diversas etnografias de laboratório e estudos de caso junto a cientistas de diversas áreas explorando em especial as controvérsias científicas. Os autores analisam diversas questões que foram polêmicas na época de seu surgimento, como transferência de memória, teoria da relatividade, ondas gravitacionais, detecção de neutrinos, a fusão a frio, entre outras, e apontam como todas elas envolviam muitas controvérsias e, pelo menos durante

o período anterior ao consenso da maioria da comunidade científica, o mesmo problema poderia ter diferentes soluções e conclusões. A partir desses casos, Collins e Pinch demonstram como a construção do consenso vai muito além dos fatos, que são em grande medida subjetivos e abertos à interpretação. Mesmo os experimentos científicos e replicações por pares – considerados exatos e imparciais por grande parte dos cientistas e na visão canônica da ciência – estão sujeitos em grande medida a escolhas, interpretações e opiniões dos cientistas, além da enorme dificuldade em se replicar qualquer experimento e ter ele reconhecido pelos pares, dependendo muito do grau de confiança atribuído a quem fala.

Em outra obra (Collins y Pinch, 2016), os autores também demonstram, através de estudos de casos envolvendo artefatos tecnológicos diversos – como o desenvolvimento de mísseis teleguiados, a explosão do ônibus espacial Challenger, desenvolvimento de tratamentos para a AIDS, entre outros -, como o desenvolvimento e uso de tecnologias também são permeados pelas mesmas questões, como controvérsias, incertezas, dificuldade em se replicar um experimento e até mesmo explicar o seu funcionamento, o que mostra como muitas vezes as tecnologias são feitas a partir de tentativa e erro. Todos esses casos estudados pelos autores contribuem com os ESCT na medida em que demonstram como a ciência e a tecnologia não são neutras e imparciais[1], mas

[1] - Nesse sentido e num grau muito mais radical, alguns autores (Feenberg, 2002, Winner, 1985, Dagnino, 2014) afirmam que a escolha entre alternativas técnicas não leva em consideração somente critérios técnicos e sociais, mas também políticos. Ao adotar uma tecnologia ou introduzir uma inovação, o capitalista não estaria apenas buscando somente a acumulação de capital e extração de mais-valia relativa, mas também buscando um maior controle sobre o processo de trabalho, alienando ainda mais o trabalhador ou excluindo uma parcela da população do uso de determinadas tecnologias e consequentemente participação em arranjos sociais específicos.

sim permeadas de disputas, negociações, controvérsias e incertezas, o que é fundamental para a desconstrução da visão determinista de ciência e tecnologia em que as TC se apoiam.

Em convergência com esses estudos, para a TAR também é essencial observarmos as negociações, adaptações, discursos, ressignificações, disputas, etc (que os autores vão chamar de movimentos de translação ou tradução) se quisermos compreender como as redes sociotécnicas se formam e funcionam. E para isso, a forma mais eficaz, segundo os seus autores, seria acompanhando as controvérsias que se dão ao longo desse processo (que aparecem em praticamente todos os casos se analisados com atenção), pois é quando esses movimentos e elementos técnicos aparecem com mais clareza para o analista, explicitando as entranhas de uma rede com todos os seus elementos, nós soltos, disputas, interesses, indefinições e incertezas (Latour, 2000, 2012, Callon, 1986, 1987, Law, 1986, 2003).

Latour (1994, 2000, 2001, 2012) traz grandes contribuições ao tema, na medida em que seus estudos demonstram a enorme interdependência das organizações científicas e tecnológicas com outras organizações e instituições, como empresas, órgãos de governo, políticas públicas, mas também dos atores não-humanos. Ou seja, para a TAR, devemos tratar natureza e sociedade, humanos e não-humanos de forma simétrica. Isso significa levar em consideração esses dois tipos de atores na hora de se fazer uma análise, sem atribuir mais ou menos importância a algum desses “polos”. Para Latour (1994) os processos científicos e tecnológicos se dariam justamente entre esses dois extremos, através da combinação de elementos humanos e não-humanos,

“sociais” e “naturais”, políticos e técnicos (daí também um dos sentidos de “mediação”, as vezes utilizado como sinônimo de tradução).

Para a TAR, todo ator é em si um “ator-rede”. Isso quer dizer que nenhum ator age sozinho, há sempre uma rede de atores conectada a este ator, dando-lhe apoio, legitimidade, poder, influenciando suas ações, etc. Como Law (1999) aponta, os atores são na verdade efeitos da rede. Ou ainda, “uma rede de atores é simultaneamente um ator, cuja atividade consiste em fazer alianças com novos elementos, e uma rede, capaz de redefinir a transformar seus componentes” (Callon, 1987, p. 93). Segundo Latour, “O ‘ator’, na expressão hifenizada ‘ator-rede’, não é a fonte de um ato e sim o alvo móvel de um amplo conjunto de entidades que enxameiam em sua direção” (Latour, 2012, p. 75). Ao mesmo tempo, essa rede só existe enquanto um movimento, circulação de atores e ações ou, “mediações”.

É importante salientar que para Latour (1994; 2000; 2012) não existem as tais entidades “sociedade” (palco da política, representações, linguagem, disputas, interesses, etc) e “natureza” (lugar das “coisas-em-si”, objeto por excelência das ciências, lugar separado das representações humanas onde as coisas existem e seguem leis independentes da nossa vontade). Segundo o autor, essas entidades não passam de representações criadas pelos modernos como resultado de um processo de idealização e purificação dos fenômenos. Na prática, tudo seria resultado de uma intensa mistura entre pessoas, interesses, conhecimentos, atores não-humanos, disputas, padronizações, representações, tecnologias, etc. A esse processo, que envolve sempre uma combinação de elementos heterogêneos, e que lentamente vai se estabilizando por meio das

traduções (negociações, desvios, convencimento, alianças, etc), Latour dá o nome de mediação. Como descrito por Law:

> O "conhecimento", portanto, é corporificado em várias formas materiais. Mas de onde ele vem? A resposta da teoria ator-rede é que ele é o produto final de muito trabalho no qual elementos heterogêneos – tubos de ensaio, reagentes, organismos, mãos habilidosas, microscópios eletrônicos, monitores de radiação, outros cientistas, artigos, terminais de computador, e tudo o mais – os quais gostariam de ir-se embora por suas próprias contas, são justapostos numa rede que supera suas resistências (Law, 2003: 2).

Em casos de sucesso, a rede em torno de um objeto ou objetivo vai gradualmente se estabilizando e tomando forma na medida em que os interesses dos diversos atores convergem em um ponto comum (como resultado de um consenso ou de disputas), os problemas técnicos vão sendo superados (como resultado da domesticação dos não-humanos) e as controvérsias são resolvidas (ou abandonadas). Segundo Latour (2000), essa convergência de interesses e alianças com atores humanos e não-humanos (cujo um termo melhor, segundo os autores, seria simplesmente "actantes", já que, mesmo humanos e não-humanos estão sempre concatenados, nunca agindo independentemente) pode ser visualizada na forma de uma caixa-preta[2], ou seja, um conjunto de elementos heterogêneos que são justapostos de maneira coesa e funcional, de forma a superar as resistências e atuar como uma coisa só, disseminados na forma de

[2] - Latour (2000) toma emprestado da cibernética o sentido que atribui ao seu conceito de caixa-preta, onde um dispositivo cujo funcionamento é desconhecido ou irrelevante na esquematização de um sistema é representado por uma caixinha-preta, importando somente as informações ou ações que nela entra (*input*) e o que dela sai como resultado de suas operações (output).

uma inovação tecnológica ou teoria científica. Porém, como o próprio nome diz, quanto mais disseminado for esse artefato tecnológico ou teoria científica, menos importa aos seus usuários o interior dessa caixa (portanto, preta). Desde que funcione adequadamente, não haveria motivos para se investigar o seu interior, o que contribui ainda mais com a sua disseminação e daria a impressão de "autonomia dos fatos e tecnologias". Segundo o próprio autor:

> Quanto mais modernas e complexas as máquinas, maior o número de formulários de que precisam para chegar a existir. A razão para isso é simples: no processo de construção, elas vão sumindo de vista porque cada uma de suas peças oculta a outra à medida que todas se vão transforando em caixas-pretas cada vez mais pretas (Latour, 2000: 412).

Portanto, caberia ao analista da TAR justamente abrir essas caixas-pretas, ou seja, destrinchar o seu interior, identificar os seus elementos e o conjunto de alianças que amarra tudo isso junto. Para isso, o autor (Latour, 2000; 2012) sugere que acompanhemos o próprio fechamento dessas caixas enquanto ainda estão abertas, seguindo os movimentos e ações (translações) dos mobilizadores desse ator-rede a partir das disputas e controvérsias, que tornam mais visíveis esses movimentos devido ao seu teor de polemicidade.

O papel da relação usuário-produtor nas inovações tecnológicas também foi explorado no âmbito dos ESCT. Em suas pesquisas no final dos anos 1970 sobre a inovação em diversos setores (semi-condutores, instrumentos científicos, equipamentos eletrônicos, maquinário industrial, entre outros) Von Hippel (1976, 1977, 1978, 2005) demonstrou que a participação dos usuários é fundamental na geração de ideias para aperfeiçoamentos, modificações, protótipos, novos produtos e processos, tendo em muitas áreas um papel preponderante, contribuindo em número de ideias que levam de fato à inovações

muito mais que os produtores. Isso vai contra o pensamento tradicional sobre a inovação, que pressupõe um processo linear que vai do produtor ao usuário. Esses estudos relevam, portanto, a importância e potencial dos usuários no processo de inovação até mesmo em tecnologias convencionais, o que reforça ainda mais o papel dos usuários na perspectiva da tecnologia social e AST.

Esse modelo teórico, que envolve traduções e alianças com atores humanos e não-humanos na forma de redes sociotécnicas, pode ser utilizado tanto para analisar a construção e funcionamento de tecnologias convencionais, como de tecnologias sociais. Por exemplo, o desenvolvimento e sucesso de uma tecnologia convencional, como um smartphone novo, precisa de pesquisadores, desenvolvedores, funcionários (organizados hierarquicamente), investidores, máquinas para a produção, marketing, além de atores não-humanos, como a tela sensível ao toque, processadores, memórias, sensores, etc. Tudo isso precisa estar justaposto de maneira funcional, de forma a intensificar a sua disseminação.

Da mesma forma, as tecnologias sociais necessitam de uma rede sólida e heterogênea para funcionarem e se popularizarem**.** Tomando o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) como exemplo, que visa instalar cisternas nas regiões áridas brasileiras para coletar a água da chuva, tal projeto necessita de coletores, reservatórios, encanamentos, materiais, além de financiamento público, pessoal para instruir e dar o treinamento aos usuários, uma rede de distribuição dos materiais e das técnicas, etc (Dias, 2013). Dessa forma, tanto o problema quanto a solução são sociotécnicos, exigindo que se pense em soluções que contemplem o problema tanto de forma técnica, utilizando

materiais baratos, acessíveis e funcionais, mas também valorize o conhecimento local, perceba o problema de forma situada e tenha apoio de outras entidades ou programas do governo para poder ter sucesso em uma escala ampliada – portanto, é uma solução técnica que necessariamente envolve política e sociedade. Mas será que os casos de TS bem sucedidos correspondem ao conceito de caixa-preta ou precisamos fazer alguns ajustes na teoria nesses casos?

Os limites da TAR para a análise de tecnologias sociais

Em seus estudos de casos de tecnologias sociais implementadas em países da África (gerador de energia e painel fotoelétrico), Akrich (1992) propõe que os artefatos tecnológicos de forma geral possuem um *script*, ou seja, um roteiro ou programa que orienta os usuários sobre para o que serve aquele artefato e como ele deve ser utilizado. Apesar de esse *script* ter sua faceta mais óbvia na forma muitas vezes de manuais de instruções e termos de garantia, o *script* não se resume a isso. A maior parte dos artefatos tecnológicos são pensados e desenhados (*design*) de forma a limitar seu uso pelos usuários a aplicações específicas pensadas pelos produtores, que dificultam e tentam impedir, em muitos casos, o máximo possível a sua modificação pelos usuários finais.

No caso estudado pela autora, do kit de luz fotoelétrico, desenvolvido na França para ser utilizado em regiões pobres e sem iluminação ou eletricidade na África, Akirch (1992) mostra como tudo no desenho da tecnologia foi pensado

para tentar evitar ao máximo que os usuários finais modificassem ou mesmo fizessem a própria instalação e manutenção do dispositivo, como o tamanho reduzido dos fios, ausência de um interruptor remoto, uso da corrente contínua (para evitar seu uso em outras redes), etc. Mesmo tratando-se de uma tecnologia social, tudo foi projetado para evitar a interferência e modificações pelos usuários, que são tratados pelas empresas, a maior parte das vezes, como leigos e incapazes. Porém, mesmo com todos esses cuidados, ainda assim os usuários finais conseguiram modificar o conjunto e aplicá-lo em outras finalidades.

As chamadas “gambiarras” (Boufleur, 2007, Gauntlett, 2011) são o exemplo perfeito do que Akrich (1992) chama de *de-scription* (algo como uma des-roteirização ou reprogramação), ou seja, a capacidade, necessidade ou vontade que as pessoas têm de subverter o *script* imposto pelos produtores. A autora, que parte de uma perspectiva da teoria ator-rede, enfatiza a necessidade do sociólogo ou analista de levar em consideração tanto os atores humanos e não-humanos dentro de uma caixa-preta, como também de transitar entre o interior e o exterior dessa caixa, ou seja, de refletir sobres as relações que se formam não só durante o fechamento das caixas-pretas, mas também após o seu fechamento e estabilização, demonstrando como a estabilidade de um artefato tecnológico é apenas um momento do processo (talvez o mais importante para os produtores de tecnologias convencionais), mas que nada impede que sejam desestabilizados posteriormente e reinventados, formando novas associações e conjugando novos actantes a essa rede.

O uso de gambiarras também pode ser de grande utilidade para o avanço de estratégias de desenvolvimento de tecnologias sociais, como, por exemplo, o

caso do sistema inventado por Paulo Lenhardt para abastecer automóveis e tratores com óleo vegetal usado, em veículos que podem ser facilmente modificados pelos próprios usuários (Silva y Peron, 2011). A Rede *Honey Bee* na Índia também reúne centenas de exemplos de experiências premiadas ou bem-sucedidas – algumas das quais tornaram-se produtos de grande sucesso, como a geladeira que não utiliza eletricidade[3] – que nasceram a partir de gambiarras criadas pelas próprias pessoas nos mais variados lugares, muitas vezes de extrema pobreza e exclusão social (Fressoli et al, 2014). Portanto, as gambiarras são exemplos claros de transgressões ao *script* (*de-scription*) que extrapolam a caixa-preta e podem ser utilizadas de forma positiva para se produzir tecnologias sociais.

Além disso, tanto as gambiarras quanto as tecnologias sociais são exemplos de casos em que a TAR e seus conceitos são úteis, porém, insuficientes para explicar os casos em que a tecnologia é pensada desde o princípio para não ser fechada e roteirizada (como as tecnologias sociais e programas de código aberto[4]), em casos em que as tecnologias são desestabilizadas e modificadas de forma a proporcionar novos usos (como no caso da Adequação Sociotécnica e das gambiarras), ou ainda quando se cria artefatos completamente novos a partir da combinação de tecnologias existentes modificadas pelos usuários e novos mecanismos.

[3] - MittiCool Clay Refrigerator, disponível em: https://mitticool.com/products/mitticool-clay-refrigerator50-liter, acesso em 07/04/2021.

[4] - Assim como as tecnologias sociais são concebidas idealmente para resultar em artefatos ou sistemas que tenham seu entendimento, modificação, aperfeiçoamento e reprodução abertos e acessíveis para seus usuários e público em geral, os softwares em código aberto – que não são criptografados ou protegidos – também são pensados para serem desenvolvidos coletivamente e livremente por qualquer interessado (Pearce, 2012). Isso os torna semelhantes às tecnologias sociais.

Em outro estudo de caso de uma tecnologia social, no caso a “bomba bush do tipo B” no Zimbabwe (de Laet y Mol, 2000), as autoras exploram a noção de fluidez, demonstrando como nesse caso (e possivelmente outros casos semelhantes) a ausência de limites rígidos quanto à construção e utilização de um artefato é mais importante do que a sua estabilidade e rigidez, assim como a ausência de patente e direitos de propriedade intelectual podem contribuir com a disseminação de uma tecnologia. A bomba bush é um padrão no Zimbabwe, fabricada por várias empresas, que podem modificá-la e melhorá-la, disseminando-a por todo o país. Ela traz não só água à população, mas também saúde e sociabilidade devido à forma como é construída e instalada, garantindo uma baixa contaminação da água, o que faz com que vilas e de certa forma toda uma nação se desenvolva em torno dessas bombas. Tudo isso sem uma rede sólida ou uma caixa-preta bem fechada, mais sim um artefato “fluido”, aberto à modificação e aperfeiçoamento, o que é, segundo as autoras, essencial para o sucesso da bomba.

Em seus estudos, Latour demonstra que um ator nunca age sozinho. Como no caso de Pasteur (Latour, 1988), é necessário um "exército" de parceiros e humanos e não-humanos, uma rede agindo junto. Mas, ainda assim, sugere que é necessário um "general", um estrategista por trás de tudo, que se encarrega de buscar aliados e direcionar suas ações, ou seja, um ponto de passagem obrigatório. Porém, no caso da Bomba Bush, o seu inventor (Tommy Murgatroyd) não age como um Pasteur sendo o centro e articulador de sua rede, muito pelo contrário. Ao possibilitar que todos possam criar e vender a sua versão da bomba, permite assim que o artefato aja como um ator e mediador (ou

actante), reproduzindo-se e disseminando-se em uma rede cada vez mais ampla, porém, fluida e sem um centro definido. Como apontam as autoras:

> Latour's study shifts the attention from the general to the army, from Pasteur to all other elements that worked just as hard in eradicating the disease. There is, however, a next step to be made. For even if Latour's work shifts Pasteur out of the center by pointing to the network he needs, it also suggests (or has been read as suggesting) that innovation, even if it turns out to be the work of a large army, does need a general in order to spread out. This Machiavellian reading of Latour says that technologies depend on a power-seeking strategist who, given a laboratory, plots to change the world. And this is where the Bush Pump and its designer come in. They allow us to frame a different vision. The success of a technology does not necessarily depend on an engineer who masters the situation and subtly subdues everyone and everything involved. (...) Effective actors need not stand out as solid statues but may fluidly dissolve into whatever it is they help achieve (de Laet y Mol, 2000, p.4).

Ainda, será que as redes formadas nos casos de tecnologias sociais contam o que a TAR (Callon, 1986; Latour, 2000) chama de “ponto de passagem obrigatório”? Segundo Callon (1986), um ponto de passagem obrigatório é um dispositivo de rede, que visa tornar seus articuladores (mediadores) indispensáveis aos demais atores-rede através da definição de regras, papéis e configurações que centralizam os atores humanos e não-humanos em torno de um ponto dessa rede controlado pelos seus articuladores. Pode ser uma convenção, uma lei, um acordo, ou um artefato tecnológico que unifique todos os atores-redes em torno de um objetivo e assegure o papel de cada um nessa rede. É uma forma de controle que visa estabilizar os movimentos de translação dos atores de uma rede em torno de seus mediadores, ou seja, aqueles atores-rede que possuem força suficiente para alistar e controlar os demais atores-rede

(humanos e não-humanos). Latour (2000) ainda enriquece esse conceito conectando-o ao de caixa-preta:

> Não se deve deixar de notar que a caixa-preta fica entre esses dois sistemas de alianças [sociograma e tecnograma], que **ela é ponto de passagem obrigatório** interligando os dois e que, quando é bem-sucedida, concentra em si o maior número possível de solidíssimas associações, especialmente se tiver sido transformada em autômato. É por isso que chamamos essas caixas-pretas de "fatos inegáveis", ou "máquinas altamente sofisticadas", ou "teorias eficazes", ou "provas irrefutáveis". Todos esses adjetivos que aludem a força e solidez apontam corretamente para o número desproporcional de associações feitas em tomo dessas caixas-pretas, tão desproporcional que realmente mantém no lugar a multidão de aliados (Latour, 2000p. 230 - negrito nosso).

E ainda:

> (...) duas coisas são necessárias para construir uma caixa-preta: em primeiro lugar, é preciso alistar outras pessoas para que elas acreditem na caixa-preta; em segundo lugar, **é preciso controlá-las**, para que aquilo que elas adotam e disseminam permaneça mais ou menos inalterado (Latour, 2000, p. 199 – negrito nosso).

É preciso notar que esses conceitos foram formulados tendo principalmente as tecnologias convencionais (que visam ser competitivas e monopolizadoras de demandas) em mente e que as tecnologias sociais se diferem em pontos importantes. As tecnologias sociais são pensadas desde o princípio para serem abertas ao uso e modificação, sem propriedade intelectual ou tendo em vista um controle de mercado sobre a demanda. Como vemos no caso das bombas Bush do tipo B (de Laet y Mol, 2000), elas se difundiram justamente porque não há

mobilizadores tentando criar pontos de passagem obrigatórios e manter o controle sobre essa rede e seus artefatos.

Na mesma direção, temos o caso do P1MC (Programa Um Milhão de Cisternas). Ligado a ações governamentais de combate à seca e de desenvolvimento regional com recursos do Ministério do Desenvolvimento Social (MDS), o P1MC estruturou-se a partir de uma lógica de controle descentralizado, envolvendo uma complexa rede de organizações não-governamentais e órgãos ligados às administrações municipais no Semi-Árido Brasileiro (SAB). No contexto, desse esquema de organização, o MDS não exerce um controle total sobre o Programa, mas um papel de coordenação, cabendo às organizações que constituem a Articulação do Semiárido (ASA) o planejamento e decisão conjunta sobre as regiões a serem atendidas, os materiais utilizados, a forma de construção de cisternas, etc. Dessa forma, por exemplo, o programa Uma Terra Duas Águas (P1+2) aproveitou a experiência e o modelo das cisternas do P1MC para viabilizar a agricultura no semiárido, inclusive realizando modificações no reservatório de água para adaptá-los a essa finalidade e combinando com outras tecnologias sociais como bombas e sistemas de irrigação. O mesmo foi feito pelo programa Cisternas nas Escolas, que também se apropriou da tecnologia desenvolvida pela ASA no P1MC (DIAS, 2013).

Os exemplos do P1MC e do P1+2 ilustram que, após serem concebidas e mobilizadas através de um projeto, programa governamental ou movimento social, as TS são incentivadas a se difundirem livremente, por quem quer que deseje utilizá-las, reproduzi-las e modificá-las. De forma ideal, não deve existir um centro nessa rede ou ponto de passagem obrigatório.

Portanto, os ESCT e a TAR mais especificamente são excelentes ferramentas para se estudar os casos de inovação tecnológica convencionais, mas não menos interessantes para se pensar as tecnologias sociais, já que o processo técnico e social de construção e funcionamento de ambas são muito semelhantes em termos sociológicos. No entanto, a quase totalidade dos casos estudados e das discussões em que os ESCT e a TAR se debruçaram foram feitos tendo as tecnologias convencionais em mente, o que implicou em conceitos e generalizações que não necessariamente correspondem à totalidade das práticas científicas e tecnológicas existentes, em especial as tecnologias sociais que, historicamente, foram marginalizadas não só nas universidades e nas políticas públicas, mas também do debate sociológico a respeito da ciência e da tecnologia. Isso gerou uma grande lacuna nessas discussões, como se as tecnologias sociais não existissem, não fossem reconhecidas enquanto práticas científicas legítimas ou como se não tivessem relevância na relação ciência, tecnologia e sociedade atual.

Por consequência disso, a TAR ignora aspectos que são essenciais quando se analisa tecnologias sociais, como a abertura e fluidez dos artefatos tecnológicos, o incentivo à transgressão e modificação, a apropriação desses artefatos pelos usuários finais e, o mais importante, a não centralização dessas redes por meio de um ponto de passagem obrigatório, que, nas tecnologias convencionais, visa controlar o lugar e atuação de cada ator dentro da rede, o que é impensável quando se fala de TS e especialmente AST.

Propondo ajustes conceituais à TAR para o debate das Tecnologias Sociais

De forma geral, as tecnologias convencionais são pensadas desde o início para gerarem o que a TAR chama de caixas-pretas, ou seja, artefatos de alta complexidade, geralmente de difícil compreensão para os usuários e produtores diretos, protegidas por patentes ou de grande segredo industrial, feitas para serem utilizadas e popularizadas sem que se compreenda o seu funcionamento ou que se viole o seu *script*, de forma a tornar impossível a sua reprodução ou modificação por pessoas não autorizadas ou treinadas. As tecnologias sociais, por outro lado, pretendem ser tratadas, como *caixas-abertas*, ou seja, um conjunto de elementos heterogêneos conectados de forma funcional para realizar uma função, mas de fácil compreensão, sem proteção intelectual, idealizada e construída em conjunto com os próprios usuários finais, de forma que possa ser reproduzida e aperfeiçoada livremente, como os softwares de código aberto e as gambiarras.

Diferente das caixas-pretas analisadas na literatura já consagrada da TAR (Latour, 2000), a noção de caixa-aberta traz justamente a ideia de que essa caixa, apesar de reunir elementos sociotécnicos de forma viável e funcional, nunca é finalizada (está sempre aberta à melhorias, manutenções e modificações pelos próprios usuários finais), muito menos protegida, já que a democratização dos recursos econômicos e tecnológicos é fundamental na perspectiva da AST. Esses dois pontos são cruciais quando pensamos as TS de acordo com os princípios da AST, já que para esses autores é contraditório pensar TS desenhadas como uma tecnologia convencional, fechadas e

protegidas, como os kits de luz fotovoltaicos analisados por Akrich (1992), ou seja, uma caixa-preta.

Também podemos pensar as TS como “pontos de passagem não-obrigatórios”, ou simplesmente “pontos de passagem”, já que, mesmo quando se cria um artefato funcional a ser difundido pelos movimentos, como as cisternas do P1MC ou as Bombas Bush do Tipo B, eles não são pensados para se tornarem rígidos e centralizadores. Pelo contrário, visam deixar em aberto o papel que cada um pode desempenhar nessas redes, assim como a sua modificação e difusão, que deve poder se dar livremente. Afinal, como nos lembra Thomas (2012), no contexto das alianças que movimentam as dinâmicas e trajetórias sociotécnicas a partir das quais experiências de TS podem ser desenvolvidas, ainda que formas de coordenação mais verticalmente hierárquicas sejam possíveis, o alinhamento em torno da atribuição de sentido de funcionamento é um processo auto-organizado construído pelo conjunto heterogêneo de atores que compõem essas alianças.

Ao contrário do conceito de ponto de passagem obrigatório proposto por Callon (1980, 1986) e incorporados nas análises de Latour (2000) quando fala de caixas-pretas, que indica uma tentativa de controle por parte dos principais articuladores (ou mediadores) de uma rede ao definir os papéis e posições de cada ator-rede por meio traduções (ainda que seja apenas um esforço ou estado temporário), as TS pensadas desde o princípio de acordo com os princípios da AST nunca criam pontos de passagem obrigatórios, ou seja, não visam o controle dos usuários envolvidos em um programa ou iniciativa que envolve TS. Como no exemplo da Bomba Bush do tipo B, essas redes podem se devolver

sem um centro de controle, sendo aberta, inclusiva e democrática em suas decisões. Dessa forma, podem se difundir a partir de múltiplos pontos, livremente apropriados pelas comunidades interessadas e, o mais importante, sem um "general" controlando papéis e posições nessas redes, se essas propostas de TS realmente quiserem de distinguir das tecnologias e processos de inovação convencionais no contexto do capitalismo. Em outras palavras, todos podem ser mediadores, mas não controladores.

Retomando a discussão sobre o papel dos usuários, de acordo com os princípios da Adequação sociotécnica (Thomas, 2008, 2012, Dagnino, Brandão e Novaes, 2004) os usuários têm um papel fundamental no desenvolvimento, implementação, uso e aperfeiçoamento das tecnologias sociais, sendo, inclusive, o polo mais importante da rede, já que a AST tem como principal objetivo exatamente dar condições de autonomia aos usuários ou trabalhadores envolvidos. Afinal de contas, é impossível pensar e implementar os ideais da AST como pluralidade, horizontalidade, integração com a comunidade (Thomas, 2008), apropriação de conhecimento técnico, contínuo aperfeiçoamento pelos usuários, ajuste do processo de trabalho, autogestão, geração de renda e busca de autossuficiência (Dagnino, Brandão e Novaes, 2004) sem levar em conta em primeiro lugar os usuários.

Dificilmente um único usuário dá conta sozinho de desmontar, compreender, modificar e disseminar uma tecnologia que visa ser social. Como mostrado nos casos citados, forma-se uma rede de usuários que trocam experiências, conhecimentos e disseminam as tecnologias, como uma caixa-preta às avessas, aberta aos usuários finais.

Ainda, assim como Latour (1994) faz com as demais simetrias, é difícil dizer onde termina um polo e começa outro – sendo humano e não-humano, social e técnico, sociedade e natureza apenas tipos ideais possíveis de se separar mentalmente somente ao fim do processo (estabilização). Da mesma forma, usuário e produtor na perspectiva da AST são duas faces da mesma moeda, tendo seus papéis combinados por excelência no caso de uma TS bem sucedida, que não venha com uma solução pensada de cima para baixo, mas sim conjuntamente com os usuários em todas as etapas do processo.

O caso do projeto Água Doce (Costa e Abreu, 2013) e do projeto Um Milhão de Cisternas (Dias, 2013) são emblemáticos nesse sentido, sendo que a atuação dos usuários é fundamental na fase de manutenção no primeiro caso e de construção no segundo caso. A solução de uma importante demanda social (no caso, o acesso à água) e autossuficiência dos usuários nesses casos também são os objetivos principais no caso dessas TS que efetivamente cumprem os princípios da AST, deixando o lucro dos produtores dos materiais e equipamentos em segundo plano, o que seria quase impossível se se tratasse de uma tecnologia convencional, ainda que fosse parte de uma política pública.

Ao se pensar esses projetos e programas como pontos de passagem não-obrigatórios, ou seja, redes abertas, que mobilizam atores e projetos sem um centro monopolizador dos recursos humanos e não-humanos (ou caixa-preta), podemos fazer um melhor uso dos conceitos da TAR quando aplicados a análises e estudos de caso de tecnologias sociais, alinhados aos princípios da AST.

Considerações finais

Considerando a vasta literatura e reflexões ainda em discussão no meio acadêmico e nos movimentos sociais sobre as tecnologias sociais, buscamos ao longo deste texto novas ajustes conceituais a partir de estudos de casos que contemplam os aspectos que procuramos debater em nossa análise, que busca relacionar estudos de casos de TS em conformidade com a AST com as ferramentas analíticas e conceituais da Teoria Ator-Rede.

Para nós, a visão de Tecnologia Social e Adequação Sociotécnica dos autores latino-americanos, especialmente Dagnino (2008, 2014) e Thomas (2008, 2012) é fundamental para se entender o papel dos usuários na relação com as tecnologias sociais. Nessa perspectiva, de nada basta "soluções mágicas" que venham de cima para baixo se os trabalhadores ou usuários envolvidos com a solução tecnológica adotada para suas necessidades específicas, como acesso à água, energia ou renda, não estiverem completamente envolvidos com o desenvolvimento e gerenciamento sociotécnico da TS. Se a AST visa a superação de uma adversidade e especialmente a autonomia do trabalhador, o usuário deve ser, portanto, protagonista da ação, desde sua idealização até a construção, manutenção, aperfeiçoamento, execução e replicação.

Nesse sentido não podem existir, a priori, caixas-pretas ou pontos de passagem obrigatórios no campo das tecnologias sociais, os quais, desde a sua concepção, visam a modificação e apropriação dessas tecnologias pelos usuários. Assim como os softwares de código aberto e as gambiarras, difundidas por toda parte onde há necessidades técnicas não respondidas pelos fabricantes

tradicionais, as tecnologias sociais são como caixas-abertas aos usuários finais: elas reúnem uma série de elementos heterogêneos (sociais, políticos e técnicos) tanto em sua idealização e fabricação, como em seu estado final na forma de um artefato tecnológico. Porém, diferentemente das tecnologias convencionais, que são pensadas desde o princípio para serem fechadas, ou seja, protegidas do usuário final – fisicamente e idealmente (já que seu funcionamento é muitas vezes incompreensível ou mesmo um segredo patenteado) -, as tecnologias sociais visam exatamente o contrário: o entendimento, apropriação, replicação e o aperfeiçoamento do artefato tecnológico pelos usuários.

Da mesma forma, em se tratando de tecnologias sociais, especialmente quando nos referimos à Adequação Sociotécnica, não existe de forma apriorística pontos de passagem obrigatórios como definidos pela TAR. Idealmente, não deve haver um centro controlador-disciplinador dos papéis de cada ator-rede em um empreendimento autogestionário, movimento social ou programa social relacionado à difusão de uma tecnologia social. Pelo contrário, mesmo quando há o agenciamento na forma de uma rede sociotécnica, esta pode perfeitamente ser descentralizada, aberta à apropriação e modificação pelos membros e usuários. Ainda que haja movimentos de translação na forma de uma rede sociotécnica em projetos de AST, a rede serve como um ponto de passagem não-obrigatório, ou seja, como um guia, um apoio aos usuários, colocando-os em contato e contribuindo com sua livre difusão, mas nunca como centro controlador.

Sendo assim, como procuramos demonstrar, a TAR pode ser extremamente útil para a análise de tecnologias sociais, já que seus conceitos

dão conta da maioria dos aspectos sociais e técnicos envolvidos na concepção e desenvolvimento de tecnologias sociais, como os conceitos de ator-rede, mediação, atores não-humanos, etc. Porém, esperamos ter deixado claro que é impossível pensar as TS, especialmente as que atendem os requisitos da AST, sem levar em conta o papel fundamental dos usuários enquanto criadores e modificadores de tecnologias que são necessariamente livres, libertadoras e abertas à apropriação pelos usuários, o que implica numa redefinição dos conceitos de caixa-preta e ponto de passagem obrigatório nesses casos.

Esperamos que com isso a TAR possa ser utilizada com mais frequência na análise de experiências envolvendo tecnologias sociais, já que suas possíveis limitações são em grande parte superadas pela adoção dessas ajustes conceituais em concordância com os ideais da AST. A modificação, apropriação e liberdade dos usuários de tecnologias são muitas vezes deixadas de lado em soluções que insistem em simplesmente importar tecnologias de outros espaços e chamá-las de “sociais”, simplesmente por atenderem uma necessidade básica do ser humano.

Acreditamos que estudos que visem analisar as TS a partir de conceitos da TAR podem utilizar suas ferramentas analíticas de acordo com as formas aqui expostas. Além de trazer conformidade com os princípios da AST, esses ajustes podem ser utilizados em estudos de caso para se avaliar as TS no que se refere a aspectos como a horizontalidade organizacional, grau de abertura dessa rede a novos usuários, livre modificação das tecnologias pelos usuários, democratização dos recursos e decisões, etc. Essa é uma possibilidade a ser desenvolvida em futuras reflexões.

Referências

Akrich, M. (1992), “The De-Scription of Technical Objects”. En Bijker, W. y Law, J. (Eds.) *Shaping Technology, Building Society: Studies in Sociotechnical Change*. Cambridge, USA: The MIT Press, pp. 205-224.

Bloor, D. (1998), *Conocimiento e imaginario social*. Barcelona: Gedisa.

Bijker, W.; T. Pinch y T. Hughes (eds.) (1987), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge y Londres: The MIT Press.

Boufleur, R. (2007), *Fundamentos da Gambiarra: a Improvisação Utilitária Contemporânea e seu Contexto Socioeconômico*. Universidade de São Paulo, SP (doctoral thesis).

Callon, M. (1980), “The State and technical innovation: A case study of the electrical vehicle in France”, *Research Policy*, 9, (4), pp. 358-376.

Callon, M. (1986), “Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fisherman of St Brieuc Bay”*, The sociological review*, 32, (S1), pp. 196–233.

Callon, M. (1991), "Techno-economic Networks and Irreversibility". En Law, J. (Ed.) *The Sociological Review Monograph* 38 – Sociology of Monsters: Essays on Power, Technology, and Domination. Londres: Routledge, pp. 132-161.

Collins, H. (1981), “Stages in the empirical programme of relativism”. *Social Studies of Science*, 11, pp. 3-10.

Collins, H. y Pinch, T. (1998), *The golem: what you should know about science*. Cambridge [England]: Cambridge University Press.

Collins, H. y Pinch, T. (1998b), *The golem at large: what you should know about technology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Costa, A. y Abresu, K. (2013), “O programa Água Doce: transformando uma tecnologia convencional em tecnologia social”. En Costa, A. B. (org.), *Tecnologia Social y Políticas Públicas*. San Pablo: Instituto Pólis, Gapi, Unicamp, pp. 153-184.

Dagnino, R. (2008), *Um Debate sobre a Tecnociência*: *Neutralidade da ciência e Determinismo tecnológico*. Campinas: Editora da Unicamp.

Dagnino, R. (2014), *Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas*. Campina Grande: EDUEPB.

Dagnino, R. (org.) (2009), *Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade*. Campinas, San Pablo: IG/UNICAMP.

Dagnino, R., Brandão, F. y Novaes, H. (2004), "Sobre o marco analítico conceitual da tecnologia social". En Lassance Jr. *et al*. *Tecnologia Social – uma estratégia para o desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, pp.15-64.

de Laet, M. de y Mol, A. (2000), “The Zimbabwe Bush Pump: Mechanics of a Fluid Technology”, *Social Studies of Science*, 30, (2), pp. 225-263.

Dias, R. (2013), “Tecnologia social e desenvolvimento local: reflexões a partir da análise do Programa Um Milhão de Cisternas”, *Revista Brasileira De Desenvolvimento Regional*, Blumenau, 1, (2), pp. 173-189.

Feenberg, A. (2002), *Transforming technology*. Oxford: Oxford University Press.

Fressoli, M., Garrido, S., Picabea, F., Lalouf, A., y Fenoglio, V. (2013), "Cuando las transferencias tecnológicas fracasan. Aprendizajes y limitaciones en la construcción de Tecnologías para la Inclusión Social", *Universitas humanística*, 76, pp. 73-95.

Fressoli, M., Around, E., Abrol, D, et al. (2014), "When grassroots innovation movements encounter mainstream institutions: implications for models of inclusive innovation", *Innovation and Development*, 4, (2), pp. 277-292.

Gauntlett, D. (2011), *Making is Connecting: the Social Meaning of Creativity, from DIY and Knitting to YouTube and Web 2.0*. Cambridge: Polity Press.

Herrera, A. (1983), *Transferencia de tecnología y tecnologías apropiadas. Contribución a una visión prospectva a largo plazo*. Campinas, Unicamp, mimeo.

Hippel, V. (2005), *Democratizing Innovation*. Cambridge: MIT Press.

Hughes, T. (1987), "The Evolution of Large Technological Systems". En Bijker, W.; T. Pinch y T. Hughes (eds.) (1987), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge y Londres: The MIT Press, pp. 51-81.

Jesus, V. B. y Bagattolli, C. (2013), "Integração de tecnologias sociais: reflexões sobre práticas iniciais". En Costa, A. B. (org.) *Tecnologia Social y Políticas Públicas*. Unicamp, San Pablo: Instituto Pólis, Gapi- Unicamp.

Latour, B. (1988), *The Pasteurization of France*. Cambridge: Harvard University Press.

Latour, B. (1994), *Jamais Fomos Modernos*. Rio de Janeiro: Ed. 34.

Latour, B. (2000), *Ciência em ação: Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora*. São Paulo: UNESP.

Latour, B. (2001), *A Esperança de Pandora: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos*. Bauru, SP. EDUSC, 2001.

LATOUR, B. (2012), *Reagregando o Social: uma introdução à teoria do Ator-Rede*. Salvador: Edufba; São Paulo: Edusc.

Law, J. (1986), "On the methods of long distance control vessels, navigation and the portuguese route to India", *Sociological Review Monograph*, 32, (1), pp. 234-263.

Law, J. (1999), *Actor Network Theory and After*, Oxford: Blackwell.

Law, J. (2003), *Notes on the Theory of the Actor Network: Ordering, Strategy and Heterogeneity*. Lancaster: Centre for Science Studies, Lancaster University.

Law, J. (2007), "Actor Network Theory and Material Semiotics", version of 25th April 2007, disponible en http://www. heterogeneities. net/publications/Law2007ANTandMaterialSemiotics.pdf

Novaes, H. y Dias, R. (2009), "Contribuições ao Marco Analítico-Conceitual da Tecnologia Social". En Dagnino, R. (org.) (2009), *Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade*. Campinas: SP. IG/UNICAMP.

Pearce, J. (2012), The case for open source appropriate technology. *Environment, Development and Sustainability*, 14, (3), pp. 425-431.

Pinch, T. y Bijker, Wiebe E. (1987), "The social construction of facts and artifacts: or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might

benefit each other''. En Bijker, W.; T. Pinch y T. Hughes (eds.) (1987), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge y Londres: The MIT Press.

Schumacher, F. (1973), *Small is beautiful: Economics as if people mattered*. New York: Harper y Row.

Silva, R., y Peron, A. (2011), Processo de produção de biocombustível". *Portal de Tecnologías Sociales*, Buenos Aires, p. 1 – 1, 11 jul. 2011.

Thomas, H. (2008), Tecnologías para la inclusión social y políticas públicas en América Latina. *Grupo de Estudios Sociales de la Tecnología y la Innovación*, IESCT/UNQ, CONICET.

Thomas, H. (2012), "Tecnologías para la inclusión social en América Latina. De las tecnologías apropiadas a los sistemas tecnológicos sociales. Problemas conceptuales y soluciones estratégicas". En Thomas, H. Fressoli, G. (ed.), *Tecnología, Desarrollo y Democracia. Nueve estudios sobre dinámicas socio-técnicas de exclusión/inclusión social.* Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, pp. 25-78.

Thomas, H., Juarez, P., Picabea, F. (2015), "¿Qué son las Tecnologias para la Inclusión Social?". Bernal: *Colección Tecnologia y Desarrollo,* Instituto de Estudios sobre la Ciência y la Tecnologia.

Thomas, H., y Becerra, L. (2018), "Ciencia, tecnología y cooperación: de la innovación competitiva al desarrollo inclusivo" En Thomas, H., Juarez, P. (orgs.) *Tecnologías públicas. Estrategias políticas para el desarrollo inclusivo sustentable*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Winner, L. (1985), “Do Artifacts Have Politics?”. En Mackenzie, D. et al. (eds.) *The Social Shaping of Technology*. Philadelphia: Open University Press.

Artículo recibido el 25 de noviembre de 2020
Aprobado para su publicación el 26 de junio de 2021