

## SOCIAL CONSTRUTIVISMO E TEORIA DO ATOR-REDE: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DE DOIS MÉTODOS DE PESQUISA EM SOCIOLOGIA DA CIÊNCIA E DA INOVAÇÃO

Clovis Dorigon

Irme Salete Bonamigo

---

### Resumo

Este artigo aborda a relação entre ciência, tecnologia e sociedade a partir das abordagens teórico-metodológicas de pesquisa de cunho: Social Construtivismo e Teoria do Ator-Rede, por meio da discussão de conceitos e estudos empíricos. Analisa as diferenças e suas implicações na utilização de uma ou outra abordagem enquanto método de pesquisa. O Social Construtivismo permite perceber que não há um determinismo tecnológico, pois o desenvolvimento de distintas tecnologias passa por um intenso processo de negociação social e que não existe, a priori, um único ou o melhor caminho. Já a Teoria do Ator-Rede possibilita tangenciar a dicotomia sociedade/natureza, pois parte do princípio de que o mundo social e o mundo natural devem ser tratados de forma simétrica, pela composição de redes sociotécnicas.

**Palavras-chave:** Metodologia de pesquisa. Teoria do Ator-Rede. Construtivismo social.

### SOCIAL CONSTRUCTIVISM AND ACTOR-NETWORK THEORY: COMPARATIVE ANALYSIS OF TWO RESEARCH METHODS OF SOCIOLOGY OF SCIENCE AND THE INNOVATION

### Abstract

This article approaches the relationship between science, technology and society, from the theoretical-methodological research approaches: Social Constructivism and Actor-Network Theory, through the discussion of concepts and empirical studies. It still analyzes the differences and its implications to choose one or another approach as a method of research. The Social Constructivism allows perceiving that it does not have a technological determinism, therefore the development of distinct technologies passes for an intense process of social negotiation and that it does not exist, a priori, only one way, or the best one. Already the Theory of Actor-Network makes possible to tangency the dichotomy society/nature, therefore it starts of the principle that the social world and the natural world must be dealt with symmetrical form, by the composition of socio-technical networks.

**Keywords:** Research Methodology. Network Actor Theory. Social constructivism.



## 1 INTRODUÇÃO

Um conjunto importante de programas de pesquisa vem ganhando força na sociologia da ciência e da inovação e contribuindo significativamente para um melhor entendimento dos processos envolvidos no desenvolvimento científico e tecnológico. Dentre eles, destacamos duas perspectivas teórico-metodológicas a serem discutidas neste trabalho: a Abordagem Social Construtivista da Ciência e da Tecnologia e a Teoria do Ator-Rede (TAR). Embora ambas elejam o construtivismo como um fundamento epistemológico, há diferenças de concepções entre elas. Com o objetivo de discutir estas diferenças e suas implicações ao escolher uma ou outra enquanto método de pesquisa, descreveremos e analisaremos, de forma sucinta, dois estudos empíricos desenvolvidos por essas distintas perspectivas.

O primeiro destes estudos analisa o desenvolvimento da bicicleta enquanto um artefato que inicialmente era bastante variável em termos de modelos e tecnologias. Através da abordagem social construtivista, inspirada por estudos recentes da sociologia do conhecimento científico, Pinch e Bijker (1997) discutem as transformações sofridas pela bicicleta até chegar ao padrão atual. Eles nos mostram que o desenvolvimento da bicicleta foi um processo de construção social e, por partir de uma grande diversidade de opções e modelos, poderia chegar a resultados bastante diferentes do atual. Ou seja, não existe um determinismo tecnológico, pois o desenvolvimento de distintas tecnologias é fruto de um intenso processo de negociação entre distintos grupos sociais. Seus conceitos-chaves para análise são “flexibilidade interpretativa”, “fechamento” (closure) e “grupos sociais relevantes”.

A outra abordagem analisada é a TAR. Para esse fim, selecionamos algumas das noções mais utilizadas pelos autores desta perspectiva, tais como a noção de redes sociotécnicas, sociologia da tradução e o conceito de híbridos ou quase-objetos. Bastante ousada e inovadora. A TAR vem se fortalecendo e se difundindo nos meios acadêmicos e científicos, sendo adotada atualmente em áreas de conhecimento tão diversas como engenharia, medicina, psicologia, ciências sociais e biologia, dentre outras.

A partir de um trabalho empírico desenvolvido por Callon (1986a) utilizado para analisar o projeto do veículo elétrico desenvolvido na França no início da década de 70, procedemos a uma comparação entre a TAR e o estudo desenvolvido por Pinch e Bijker, mencionado anteriormente. Discutimos se essas diferenças de abordagens entre os dois métodos têm implicações importantes sobre os resultados e análises nos casos pesquisados e em que circunstância é mais adequado usar um ou outro. Não é nossa intenção fazer aqui uma revisão extensiva dessas duas abordagens, mas discutir as noções que julgamos mais operacionais para

serem aplicadas, enquanto método de pesquisa, em estudos de projetos fortemente influenciados pela ciência e tecnologia.

## 2 A ABORDAGEM SOCIAL CONSTRUTIVISTA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA

Pinch e Bijker (1997) conduziram um estudo empírico para analisar o desenvolvimento da bicicleta adotando a perspectiva social construtivista. Seu argumento central é que tanto a ciência quanto a tecnologia são socialmente construídas e os limites entre elas são resultados de negociação social. O social construtivismo, prevalecente na sociologia da ciência, também tem ganho importância nos estudos da sociologia da tecnologia e constitui-se numa promissora perspectiva de análise teórica.

Pinch e Bijker (1997) argumentam que nas últimas décadas a sociologia do conhecimento tem-se estendido para áreas denominadas de “ciência pesada”, como o Programa Forte, proposto por David Bloor (1973). Dentro desse programa, o conhecimento científico é tratado como sendo socialmente construído, ou seja, explicações para gênese, aceitação e rejeição do conhecimento são buscadas no domínio do mundo social, mais do que no mundo natural. Esta visão tem importantes implicações para as concepções de ciências, pois do ponto de vista epistemológico, não existe distinções entre as diferentes naturezas do conhecimento científico, devendo-se tratar simetricamente tanto dos produzidos na sociedade moderna como os oriundos de tribos de culturas ditas “primitivas”. Isto significa que, de acordo com esta perspectiva teórica, a construção desses distintos conhecimentos deveria ser abordada sociologicamente e não como uma questão epistemológica. Ou seja, o tratamento do conhecimento científico como uma construção social implica em reconhecer que não há nada de especial, epistemologicamente, a respeito da sua natureza: ele é apenas mais uma forma de conhecimento dentre outras. Obviamente que o sucesso ou o fracasso de certos conhecimentos culturais continuam tendo a necessidade de serem explicados, mas isto é tarefa da sociologia e não da epistemologia.

Embora existam diferenças de opinião entre pesquisadores que compartilham desta perspectiva a respeito de qual seria o melhor lugar para a realização de tais pesquisas - se o laboratório, a controvérsia ou o texto científico -, e haja diferenças em relação à estratégia metodológica mais apropriada, há consenso entre eles ao considerar que o conhecimento científico pode ser mostrado como socialmente construído.

Pinch e Bijker (1997) manifestam sua intenção de construir uma sociologia da tecnologia que trate o conhecimento técnico de maneira simétrica e imparcial, de tal forma que o sucesso

ou fracasso no desenvolvimento de um artefato seja sociologicamente explicado. Em seu estudo de caso, operacionalizam duas abordagens: o Programa Empírico Relativista (Empirical Programme of Relativism - EPOR) e a Construção Social da Tecnologia (Social Construction of Technology - SCOT). Destacaremos apenas as noções mais importantes dessas duas abordagens e as trataremos de modo integrado, considerando-as bastante próximas entre si. O que nos interessa aqui é analisar o método de pesquisa operacionalizado por esses autores para, num segundo momento, poder compará-lo à TAR.

## 2.1 Programa Empírico Relativista (PER)

Este programa de pesquisa surge da recente sociologia do conhecimento científico. Sua principal característica distintiva em relação a outras abordagens da mesma área é o foco no estudo empírico do desenvolvimento científico contemporâneo e, em particular, das controvérsias científicas. Três estágios explicativos do PER podem ser identificados. No primeiro estágio, procura-se mostrar que descobertas científicas podem ter mais que uma interpretação. O foco explicativo do desenvolvimento científico é deslocado do mundo natural para o social. O segundo estágio está relacionado à descrição dos mecanismos sociais que limitam a flexibilidade interpretativa e permite que controvérsias científicas possam ser concluídas. O terceiro estágio está relacionado aos “mecanismos de fechamento” (closure mechanisms), entendido aqui como aqueles mecanismos que levam a uma estabilização do artefato em análise, após este ter resolvido o problema para o qual foi desenvolvido. O PER representa o esforço contínuo dos sociólogos para entender o teor das ciências naturais em termos de construção social. Os principais autores desta perspectiva são Collins, Pinch e Travis.

139

## 2.2 Construção Social da Tecnologia (CST)

Na perspectiva da Construção Social da Tecnologia, desenvolvida por Bijker e colaboradores, o processo de desenvolvimento de um artefato tecnológico é descrito como uma alternância entre variação e seleção. Como resultado, tem-se um modelo chamado pelos autores de “multidimensional” em oposição a um modelo linear<sup>1</sup>, usado em muitos estudos de inovação e da história da tecnologia. Segundo esses autores, tal visão multidimensional é essencial em qualquer abordagem social construtivista da tecnologia.

---

<sup>1</sup> O modelo linear do processo de inovação é caracterizado por seis estágios sucessivos: pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento tecnológico, desenvolvimento do produto, produção e uso.

Pinch e Bijker (1997) aplicam essas duas abordagens (PER e CST) numa pesquisa a respeito do desenvolvimento da bicicleta. Vale lembrar que a indústria de bicicletas foi a precursora - e serviu de base - para o desenvolvimento da indústria automobilística e de aviões, o que torna seu estudo ainda mais relevante. Entendida aqui como um processo de construção social, os autores mostram que antes de se chegar à definição do conceito predominante de bicicleta, havia uma diversidade bastante grande de modelos. Essas variações eram mais adequadas a um ou outro grupo social de usuários, ao mesmo tempo em que esses distintos projetos de bicicleta eram sérios concorrentes entre si.

Estas variações partiam de um modelo básico chamada de Penny-farthing. Esta bicicleta era composta por uma enorme roda dianteira, com os pedais instalados no seu eixo e acima da qual, quase que verticalmente, estavam situados o selim e o guidão. A roda traseira possuía um diâmetro desproporcionalmente menor que a dianteira. A partir desse artefato, havia um conjunto bastante amplo de modelos com grandes variações no diâmetro das rodas, sistemas de pedais, localização do selim, posição do guidão e conformação do chassi.

Os autores argumentam que, caso olhássemos retrospectivamente a partir de uma visão linear tradicional de desenvolvimento da bicicleta, tenderíamos a ver alguns desses modelos iniciais quase como uma aberração, devido a suas formas exóticas, quando comparadas às do modelo que acabou se impondo sobre as demais.

Mas, na década de 1880, quando as bicicletas começaram a ser desenvolvidas, distintos modelos eram produzidos comercialmente e não havia indicativos prévios de que qualquer um deles se imporia sobre os demais. Em oposição ao chamado modelo linear de desenvolvimento, os autores propõem a adoção de um modelo multidimensional, para explicar por que alguns desses modelos “morreram” enquanto outros “sobreviveram”.

Na perspectiva de análise social construtivista, os autores analisam os problemas e as soluções que são apresentadas para cada artefato em cada momento particular de seu desenvolvimento. Nesta perspectiva, é fundamental entender como se dá a definição do que se constitui em um problema relevante, quais são os grupos sociais que estão relacionados com o artefato em questão e que significado esses grupos sociais dão para o artefato. Assim, um problema é reconhecido e definido enquanto tal, quando existe um grupo social para o qual ele se constitui enquanto um “problema”.

O conceito de grupo social relevante é usado tanto para instituições e organizações, tais como militares ou um grupo industrial específico, quanto para grupos de indivíduos

organizados ou não<sup>2</sup>. O fundamental é que, para constituir um grupo social relevante, seus membros precisam fazer parte de um mesmo conjunto de significados ligado ao artefato específico e ao problema em questão.

Outra questão a ser considerada é se o grupo provisoriamente definido é homogêneo em relação ao significado dado ao artefato. Por exemplo, durante o período de desenvolvimento da bicicleta, não se supunha que as mulheres pudessem tornar-se usuárias dela, devido a problemas técnicos e morais relacionados ao seu uso. Socialmente era permitido a elas o uso apenas de triciclos. Mas engenheiros e fabricantes de bicicletas perceberam que elas constituíam um grupo de usuárias em potencial, desde que se fizesse algumas adaptações que tornassem compatível, por exemplo, andar de bicicletas vestindo longas saias, uma vez que na época não lhes era socialmente permitido o uso de calças. Assim, o desenvolvimento de alguns componentes da bicicleta pode ser mais bem explicado analisando-se em separado os distintos grupos sociais.

Ao se identificar os grupos socialmente relevantes, deve-se descrevê-los mais detalhadamente, a fim de definir melhor a função do artefato com relação a cada grupo, permitindo explicar o processo de desenvolvimento desse artefato. Por exemplo, a Penny-farthing era utilizada preponderantemente por um grupo social de “jovens homens de porte atlético e corajosos”, devido às dificuldades que essa bicicleta impunha aos seus usuários. Para esse grupo, a função principal da bicicleta era a prática de esportes, mais do que para transporte. Assim, o método de análise dos autores, consiste em identificar os grupos sociais relevantes para certo artefato e, em torno de cada problema apresentado pelo artefato, analisar o conjunto de soluções propostas.

Os autores argumentam que esta maneira de descrever o processo de desenvolvimento de um artefato permite ao pesquisador identificar todo o tipo de conflito: demandas técnicas por diferentes grupos sociais (por exemplo, exigências relacionadas à velocidade, à segurança e ao conforto); conflitos para a solução desses problemas (bicicletas de rodas dianteiras altas mais velozes, mas menos seguras que a de bicicletas de rodas baixas); e conflitos morais (o uso de saia ou de calças compridas pelas mulheres ciclistas) e legais. Dentro desse esquema, várias soluções para estes conflitos são possíveis, não apenas devido a distintas tecnologias, mas também em função das mudanças sociais.

---

<sup>2</sup> Mais adiante discutiremos os vários grupos sociais identificados pelos autores e que estão relacionados ao artefato bicicleta, tais como distintos grupos de usuários formados por jovens ciclistas, mulheres, idosos, ou por aqueles indivíduos que simplesmente se opunham ao seu uso, ou ainda por diversos grupos de engenheiros com diferentes propostas técnicas.

Acompanhando o processo de desenvolvimento, é possível ver o crescimento ou a diminuição do grau de estabilização dos diferentes artefatos. Essa estabilização é diferente para os distintos grupos sociais. O conceito de estabilização permitiu aos autores perceberem que a “invenção” da bicicleta segura não foi um evento isolado, mas um processo que se estendeu por 19 anos (1879-1898). No início desse período, os grupos relevantes não tinham um conceito de “bicicleta segura”, mas havia um amplo conjunto de triciclos e de bicicletas e, dentre estas, uma considerada “feia”, com uma roda dianteira relativamente baixa - um pouco maior que a traseira, e com a corrente de transmissão de força fixada no eixo da roda traseira e pneus de borracha. Ao final desse período, os componentes que antes eram vistos pelos usuários como responsáveis por dar um aspecto de “bicicleta feia” passaram a ser componentes fundamentais para a estabilização do conceito de “bicicleta segura”, impondo-se como o modelo que deu origem à bicicleta moderna.

Na perspectiva do PER, seu primeiro estágio envolve a demonstração da flexibilidade interpretativa das descobertas científicas. Ou seja, diferentes interpretações da natureza estão disponíveis aos cientistas e conseqüentemente a natureza sozinha não proporciona um resultado determinante para o debate científico.

Para o CST, os artefatos tecnológicos são culturalmente construídos e interpretados. Ou seja, a flexibilidade interpretativa de um artefato tecnológico deve ser mostrada. Assim, não se trata apenas de uma flexibilidade em relação a como as pessoas pensam ou interpretam artefatos, mas também se existe flexibilidade na forma como artefatos são projetados. Os autores argumentam que não existe apenas uma possível ou uma melhor maneira de projetar um artefato. Para exemplificar seu argumento da flexibilidade interpretativa, os autores citam o caso do desenvolvimento do pneu, artefato de importância fundamental para que o modelo atual de bicicleta viesse a prevalecer.

Em 1890 o pneu de borracha inflável era visto de diferentes formas pelos engenheiros<sup>3</sup> Enquanto um grupo o via como a solução para a vibração de veículos com rodas pequenas, outro o percebia como alternativa para aumentar a velocidade dos veículos. Um terceiro grupo ainda se opunha ao seu uso, apontando para problemas relacionados à diminuição da segurança, por serem mais lisos que as rodas convencionais nas enlameadas pistas de terra, pelas dificuldades técnicas em mantê-los inflados, além de comprometer seriamente a simetria estética do veículo. Assim, para cada problema colocado para o uso do pneu na bicicleta, o

---

<sup>3</sup> Vale lembrar que à época as estradas não eram adequadas ao uso de bicicletas. As rodas de grandes diâmetros davam maior estabilidade e conforto ao usuário nas irregulares pistas de terra, pois trepidavam menos que as de rodas com diâmetro menor.

grupo de engenheiros que o defendiam apontava novas tecnologias para torná-lo viável. Por exemplo, para resolver os problemas relacionados à vibração, desenvolveram diferentes chassis, assentos, e barras de direção. Portanto, o uso do pneu de borracha não era uma opção óbvia nem consensual, até mesmo entre os engenheiros da época.

Assim, os autores procuram mostrar que diferentes grupos sociais podem ter interpretações muito diversas de um mesmo artefato tecnológico. E essas diferentes interpretações conduzem a distintos caminhos para a solução desses mesmos problemas, com implicações no desenvolvimento posterior desses artefatos. Voltando ao exemplo das bicicletas de rodas dianteiras altas, inicialmente esses artefatos eram associados à virilidade e a alta velocidade, mas seu uso se restringia ao grupo de homens jovens e fortes, excluindo assim aqueles grupos compostos por mulheres e por homens de maior idade, mais preocupados com características relacionadas à segurança. Assim, para a inclusão desses últimos grupos sociais, foram introduzidas modificações que tornaram as bicicletas mais seguras e fáceis de manejar: diminuição do diâmetro da roda dianteira, localização do selim entre as rodas, introdução de corrente de transmissão de força dos pedais para o eixo da roda traseira e, sobretudo, a adoção do pneu. Essas alterações que inicialmente produziram uma bicicleta chamada pejorativamente de “*ugly crocodilelike bicycle*” resultaram na definição do conceito de bicicleta que veio a predominar sobre os demais modelos.

### 3 A TEORIA DO ATOR-REDE (TAR)

A TAR é uma das correntes teóricas da sociologia da ciência e da inovação, desenvolvida por autores franceses em forte colaboração com a tradição anglo-saxônica. Dentre os principais autores destacamos: Latour, Callon, Law, dentre outros. Esta abordagem compõe um conjunto de estudos empíricos e teóricos, que trata das relações sociais e naturais e, epistemologicamente, situa-se em uma posição equilibrada entre realismo e construtivismo. Latour (2003) deixa claro que não precisamos nos debater frente à escolha cominatória entre acreditar na realidade ou no que é construído, pois ambos existem. A realidade é ao mesmo tempo construída e real. O autor considera que o construtivismo é uma possibilidade de defesa frente aos fundamentalismos, pois estes negam as entidades construídas e mediadas. No entanto, Latour não entende construção apenas como construção social, ele inclui também a construção resultante da ação dos cientistas da natureza. Portanto, uma das distinções entre esta perspectiva e a discutida anteriormente é a forma original com que a TAR aborda a relação sociedade e natureza, pois parte do princípio que o mundo social e o mundo natural devem ser tratados de forma simétrica,



e que ambos compõem redes híbridas, formadas por entidades sociais e naturais, constituindo as redes sociotécnicas.

Latour (1994) propõe transformar o ponto de separação entre sujeito/objeto, natureza/cultura no ponto de partida da pesquisa que leva a estes extremos. Os híbridos ou quase-objetos, que não possuem características de objetos naturais ou humanos, possibilitam sair do debate entre realismo e construtivismo e definem relações sociais não socializadas e relações naturais não naturalizadas:

O objeto agora emergente é um objeto completamente novo que não tem o clássico traço de objetividade. Como Serres diz, é um 'quase-objeto' porque ele não possui as características de um objeto natural. Por exemplo, o que é o calor antropogênico? É claro, ele é humano: é socialmente construído, porque é o calor produzido pela nossa poluição; mas ele tem a escala do planeta, logo é um fenômeno natural. Sim, nossa poluição humana e o cosmos não-humano estão completamente relacionados (LATOURE, 1993, p. 260).

Segundo Callon et al. (1986a), a ciência e a tecnologia são forças poderosas na moderna sociedade industrializada e são, direta ou indiretamente, de vital importância para todos. Além dos cientistas e dos responsáveis por políticas de ciência e tecnologia, estas atingem também frações tão diversas quanto a grande indústria, governos, militares, lobbies, grupos de interesses e o público em geral, os quais podem sentir-se impotentes frente ao avanço científico. Ainda, segundo esses autores, somente é possível entender a amplitude e a dinâmica da ciência quando a sua força nas sociedades de hoje for levada em consideração. Essa compreensão só pode ser alcançada através de uma análise da sociedade e da mudança social que adote um método que não separe a ciência da política. Dessa forma, para se entender adequadamente a mudança social e científica, é necessário abandonar a dicotomia ciência/política.

O desenvolvimento do conhecimento científico e dos sistemas técnicos não pode ser entendido a não ser com a reconstrução simultânea do contexto social e técnico do qual ele faz parte. Nesse sentido, as redes sociotécnicas integram o mundo das técnicas e o mundo dos agentes. É uma ferramenta de pesquisa de grande valia, por incorporar esses elementos em sua análise.

Uma rede é sempre um conjunto de relações entre pontos ou "nós" que mantêm a cada momento uma independência relativa, ainda que ressalte sempre, e ao mesmo tempo, uma força que resulta do seu conjunto. Segundo Murdoch (1994), existe uma longa tradição de análise de redes nas ciências sociais e usa-se o termo para designar relações entre atores em forma de redes sociais. Em outras ciências, as redes podem ser não sociais, como redes de telecomunicações,

estradas e outras. Estas são as redes técnicas. No entanto, autores como Latour, Callon, Law, dentre outros, propõem uma análise de redes como híbridos dessas duas formas de redes, compostas por materiais heterogêneos, formados por humanos e não humanos - discursos, objetos técnicos, textos e dinheiro. A palavra rede é usada para chamar a atenção para os recursos que são concentrados em alguns lugares, chamados, neste caso, de nodos, e que são ligados a outros - os elos. A noção de rede, portanto, incorpora a idéia de poder.

Segundo Latour (1994, p. 12), “as redes não são nem objetivas, nem sociais, nem efeitos de discursos, sendo ao mesmo tempo reais, coletivas e discursivas”. Os fatos científicos são construídos, mas não podem ser reduzidos ao social, porque ele está povoado de objetos mobilizados para construí-los. Para exemplificar essa definição, podemos observar como o autor interpreta fenômenos como o buraco de ozônio:

O buraco de ozônio é por demais social e por demais narrativo para ser realmente natural; as estratégias das firmas e dos chefes de Estado, demasiado cheias de reações químicas para serem reduzidas ao poder e interesse; o discurso da ecosfera, por demais real e social para ser reduzido a efeitos de sentido. Será nossa culpa se as redes são ao mesmo tempo reais como a natureza, narradas como o discurso, coletivas como a sociedade? (LATOURE, 1994, p. 12).

145

O termo rede é usado como um conceito unificador que engloba todas as formas de relação entre os atores, entidades e artefatos e permite mostrar como o natural e o social estão interrelacionados e como o mundo é feito e refeito. Para entendermos esse processo, devemos olhar como as relações entre os atores são estabelecidas e compreender como elas são mantidas através do tempo e do espaço. As redes são o resultado dessas duas operações simultâneas. São feitas de materiais heterogêneos e os atores nelas envolvidos as usam com o objetivo de controlar e envolver os demais atores. Esses materiais heterogêneos como a tecnologia, os textos e as entidades naturais, além dos próprios humanos, seriam a "cola" que liga os atores nestas redes.

Segundo Latour (2006, p. 192), a rede é uma ferramenta que ajuda a descrever, sendo um conceito e não uma coisa e implica em alguns aspectos: a) um conjunto de pontos que se encontram conectados, estas conexões são traçáveis e podem ser empiricamente seguidas; b) entre as conexões há vazios; c) conservar essas conexões demanda esforço; d) a rede é o traço deixado por uma circulação, pela tradução. A rede, através da mediação da escrita possibilita estender os acontecimentos do campo da pesquisa até o acontecimento da leitura, para o leitor.

Desta forma, o objetivo da análise de redes é seguir a sua construção, com o propósito de mostrar como elas são feitas, bem como o alcance dos seus efeitos. Por esta definição, o que aparenta ser técnico é parcialmente social e o que parece ser social é parcialmente técnico. E isto pode ser feito através da observação de três princípios metodológicos propostos por Callon e Law (1986, p. 233). O primeiro, denominado de "agnosticismo", requer que o pesquisador, em sua investigação, não privilegie nenhum ponto de vista e não fixe a identidade dos atores envolvidos, se esta identidade estiver ainda sendo negociada. O segundo princípio é a "simetria generalizada" e propõe que todos os pontos de vista conflituosos devem ser explicados nos mesmos termos e que igual importância deverá ser dada à ação dos não-humanos na rede. O terceiro princípio é o de "seguir os atores" para observar como eles constroem os seus mundos, usando todos os materiais ao seu alcance, a fim de fazer a rede crescer e adquirir estabilidade.

A noção de ator, também central na TAR, é definida por Latour (1999) como qualquer pessoa, instituição ou coisa que tem agência, que produz efeito na rede. O ator não se confunde com o indivíduo, pois ele é heterogêneo, díspar e híbrido e pode abranger tanto humano como não-humanos.

Tradução é outra noção fundamental para a TAR e necessária para o entendimento das redes. Latour (2000, p. 178) define tradução como "a interpretação dada pelos construtores de fatos aos seus interesses e aos das pessoas que eles alistam". A palavra tradução, segundo o autor, refere-se ao significado linguístico de tradução (transposição de uma língua para outra) e ao significado geométrico (transposição de um lugar para outro). Portanto, traduzir interesses "significa, ao mesmo tempo, oferecer novas interpretações desses interesses e canalizar pessoas para direções diferentes" (LATOURE, 2000, p.194). O autor esclarece que a expressão latina "inter-esse" (interesse) denota o que está entre os atores e seus objetivos, criando certa tensão que faz com que os atores selecionem apenas o que, na sua opinião, contribua para alcançar esses objetivos entre as várias possibilidades. Portanto, se considerarmos que os atores se unem em função de interesses em comum, podemos dizer que a tradução acontece quando um ator traduz o interesse dos demais por meio da produção de novas interpretações e deslocamentos, envolvendo-os na construção da rede.

Callon (1986b) propõe quatro estágios para a realização da tradução:

- a) Nos casos em que somente um ator puder solucionar um determinado problema, ele tenta mostrar-se como indispensável para os demais, ao mesmo tempo em que procura incorporá-los à rede.
- b) O primeiro ator tenta conhecer as alternativas dos demais e acabar com as discrepâncias de seus mundos.

- c) Definem-se regras para estipular a identidade de cada um dentro da rede e como poderão relacionar-se entre si.
- d) O "ator iniciador" passa a ter legitimidade para representar os demais.

A rede é tanto mais forte quanto mais perfeita for a tradução de interesses dos diversos atores componentes da mesma. Para podermos entender as redes, devemos identificar quais são as associações que são feitas e estabilizadas. Para tanto, é necessário estudar os mundos construídos pelos atores, os elementos que os compõem, em relação aos quais os atores impõem definições e uniões sobre os outros.

A seguir, faremos uma breve descrição de um dos estudos empíricos realizados por Callon, em que ele operacionaliza a Teoria do Ator-Rede. Escolhemos este estudo por consideramos, em função de seu objeto de estudo, adequado para estabelecer comparações com o estudo de Pinch e Bijker, analisado anteriormente, além de ser um dos trabalhos clássicos realizados sob essa perspectiva.

Callon (1986a), em seu estudo de caso, segue o desenvolvimento de uma inovação tecnológica que se pensava ser da maior importância para a França no início da década de 70, o desenvolvimento do veículo elétrico (VEL) idealizado pela Electricité De France - EDF. Para a defesa de seu projeto, a empresa estatal francesa de energia elétrica procura vincular o carro elétrico às novas exigências sociais de consumidores pós-industriais. Nesse contexto o motor a combustão interna estaria fragilizado, sobretudo nos grandes centros urbanos, devido aos seus problemas de poluição do ar e sonora. Assim, a EDF procurou vincular o carro a combustão interna a uma civilização industrial anterior à nossa.

Mas, por outro lado, este meio de transporte estava ligado a uma sociedade de consumo, em que ele é um importante símbolo de status. A propulsão elétrica transformaria o conceito de carro, diminuindo sua potência e tornando-o um simples objeto de transporte. A meta da EDF era colocar a ciência e a tecnologia a serviço do usuário e abolir categorias que procuravam distinguir-se através de diferentes padrões de consumo. Além disso, as pesquisas para o veículo elétrico permitiriam o desenvolvimento de baterias eletroquímicas que poderiam ser usadas também no transporte público.

Para viabilizar o VEL, a EDF passou a definir os responsáveis pela sua construção. A companhia de energia elétrica francesa CGE faria o desenvolvimento do motor elétrico e uma segunda geração de baterias. A poderosa Renault que, de tradicional produtora de automóveis, teria seu papel reduzido ao de mera construtora de chassis e de carcaças do novo carro. O Governo implantaria regulações favoráveis ao VEL e passaria a subsidiar aqueles municípios

interessados na tração elétrica. As companhias de transporte urbano cooperariam com centros de pesquisa. Os cientistas também seriam mobilizados, dentre outros atores. Os consumidores de veículos, por sua vez, aceitariam veículos menos potentes em troca de um ambiente menos poluído. A EDF definiu regras e um mundo onde as demais entidades tinham um lugar previamente determinado.

Callon (1986a) nos mostra como a EDF montou uma rede sociotécnica. Esta não se limitou a entidades sociais tradicionais, como consumidores, movimentos sociais, empresas, Governo, dentre outros. Neste cenário existem também acumuladores, baterias, elétrons, catalisadores e uma série de outras entidades não sociais - os "não-humanos" - que tinham um papel tão importante em seu projeto quanto as entidades sociais, pois problemas técnicos com baterias seriam tão desastrosos para o projeto da EDF como a rejeição por parte dos usuários desse novo meio de transporte. Assim, os atores da rede seriam essas entidades heterogêneas. Desta forma, a EDF passa a constituir o que Callon chama de ator-mundo, pois a EDF constrói um mundo onde ela é o ator principal e incorpora uma série de entidades e determina que papel elas devem passar a desempenhar. Essas entidades não são apenas humanas, mas sim heterogêneas: há consumidores, empresas e Governo, mas há também elétrons, catalisadores, baterias, condutores e acumuladores.

O mundo idealizado pela EDF era composto por: consumidores que não teriam no carro um símbolo de status e estariam dispostos a investir em transportes públicos; pelo Governo, que imporá regulamentações sobre níveis aceitáveis de poluição; pela Renault, que aceitaria tornar-se apenas uma modesta montadora do VEL e; pelos componentes técnicos das baterias que permitiriam que sua performance melhorasse. Segundo Callon (1986a), nenhum desses elementos seria mais importante que outro e todos desempenhariam o mesmo papel para viabilizar o VEL. A eficiência das novas baterias seria tão importante quanto a aceitação do VEL pelo consumidor.

A viabilidade do VEL dependia da capacidade da EDF manter a Renault no seu novo papel, de tornar possível o desenvolvimento das baterias mais eficientes e de mudar as demandas dos consumidores por veículos com motores potentes. Por três anos a Renault se manteve em silêncio para então se opor ao projeto. Nesse período, a Renault realizou pesquisas e acumulou conhecimentos que permitiram colocar em questão o mundo construído pela EDF. A Renault demonstrou a impossibilidade da construção de baterias de alta performance e realizou pesquisas junto aos consumidores de carros para mostrar que o veículo elétrico não atenderia suas expectativas. Para se contrapor à rede inicialmente construída pela EDF, a Renault construiu uma outra, mobilizando atores – humanos e não-humanos -, que se opuseram

à rede construída pela EDF. Assim, de mera espectadora, a Renault passou a contra-atacar o projeto da EDF, levando-o à sua derrota.

#### **4 UMA BREVE COMPARAÇÃO ENTRE A ABORDAGEM SOCIAL CONSTRUTIVISTA E A TEORIA DO ATOR-REDE**

Após termos exposto as principais noções das duas abordagens e feito uma descrição resumida de dois estudos, teceremos algumas considerações sobre as mesmas. Primeiramente, é necessário levar em consideração que, embora as mesmas adotem o construtivismo como um fundamento epistemológico, há importantes diferenças conceituais e metodológicas entre as perspectivas.

Como discutido inicialmente, o Social Construtivismo baseia-se no princípio de que um fato social passa a existir somente a partir de sua interpretação e da ação dos atores em questão e o significado atribuído por eles. Fundamenta-se na noção de que os fatos assumem uma dinâmica social na medida em que eles estão internalizados e sujeitos à ação dos atores. Assim, problemas científicos ou tecnológicos, por exemplo, não existem por si próprios, mas passam a existir somente na medida em que as pessoas os reconhecem como tal e começam a agir em função deles.

Portanto, uma das diferenças que se sobressai na comparação entre as duas perspectivas está relacionada ao conceito de ator. Enquanto o Social Construtivismo da Ciência e da Técnica adota o conceito de ator social, ou seja, compreende que apenas humanos podem ser considerados atores, a Teoria do Ator-Rede propõe a atribuição do status de ator também aos não-humanos. Law (1992) esclarece que a não distinção entre pessoas e objetos não é uma posição ética, mas uma atitude analítica, que não implica em tratar pessoas como máquinas, nem negar direitos, deveres e responsabilidades geralmente atribuídas aos humanos. Embora estejamos cientes dos desdobramentos para as ciências sociais caso se considerem os não-humanos como atores, não é nosso objetivo fazer aqui uma discussão epistemológica a esse respeito, e sim apenas discutir que implicações estas diferentes perspectivas têm para pesquisas empíricas.

Um primeiro desdobramento certamente está relacionado ao grau de importância dado à ciência e à tecnologia, assim como a seu impacto sobre a sociedade. No caso das bicicletas, por exemplo, o método adotado por Pinch e Bijker lhes permite visualizar apenas grupos sociais reagindo a diferentes tecnologias. Assim, as análises das tecnologias ficam em segundo plano e o que aparece são as mobilizações de grupos sociais. Enquanto que, na perspectiva da TAR

as tecnologias também mobilizam os atores sociais levando-os à ação, ou seja, ao mesmo tempo em que atores sociais definem tecnologias, estas influenciam e mobilizam esses atores sociais. Em um outro estudo de caso, ao analisar o desenvolvimento de um projeto de um avião para uso militar e as causas de seu fracasso, Callon (1992) nos mostra que assim como o social define o técnico, o inverso também ocorre, ou seja, o técnico molda o social.

No caso das bicicletas então, a TAR nos permitiria pensar não somente como diferentes grupos sociais definiram um modelo padrão de bicicleta, mas também como essas diferentes tecnologias mobilizariam e definiriam os distintos grupos sociais. Caso analisássemos o desenvolvimento das bicicletas enquanto uma rede sociotécnica, poderíamos fazer uma descrição das várias tecnologias para o uso nas bicicletas e como elas mobilizam os atores em torno de si.

Para exemplificar nosso argumento, destaquemos o caso do pneu. Pinch e Bijker mostram que havia três grupos sociais com distintas visões a respeito desse artefato, a ponto de um desses grupos se opor a seu uso. Nesse caso, poderíamos comparar o pneu das bicicletas com os elétrons das baterias do carro elétrico. Ou seja, assim como os elétrons “não cooperaram” com a EDF, o pneu ao apresentar-se como uma alternativa para a vibração das bicicletas de rodas baixas, tornou viável o uso desse modelo.

Assim, poderíamos descrever duas redes em torno do pneu. Uma delas seria construída por Dunlop, fabricante de pneus, que mobilizaria mulheres, idosos, fabricantes de bicicletas de rodas baixas, estradas esburacadas, engenheiros, fabricantes de correntes e de celins, fornecedores de borracha, dentre outros. Uma segunda rede poderia ser formada pelos fabricantes de bicicletas de rodas altas e mobilizaria jovens ciclistas, engenheiros, lama (lembremos que um dos argumentos contra o pneu de borracha é que ele seria muito liso, especialmente para andar no barro) e igualmente os fabricantes de componentes de sua bicicleta. Neste caso, o pneu desempenharia o papel de “híbrido”, usado por Dunlop, para traduzir os interesses dos demais atores. O pneu tornou essa primeira rede mais poderosa porque estendeu e traduziu o interesse de um conjunto maior de atores, tais como ciclistas esportistas (o pneu tornou as bicicletas mais velozes) e engenheiros (opção tecnicamente viável). Então, as redes sociotécnicas captam melhor a noção de poder, incorporando nela a força da ciência e da tecnologia. Ao não separar o técnico do político, o social do natural, as redes sociotécnicas têm um maior poder de análise.

Para os que argumentam que o conceito de híbrido ou quase-objeto produz mais paradoxos do que efeitos práticos de análise e que, portando, deveríamos deixá-lo de lado, nosso argumento é que esse conceito não pode ser analisado “fora” das redes sociotécnicas, pois elas

compõem um método de estudo que deve ser analisado à luz do conjunto de sua proposta teórica. A noção de híbrido somente faz sentido quando analisamos todos os elementos que compõem as redes, caso contrário torna-se um conceito de pouca valia ou até mesmo incompreensível.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao compararmos as duas perspectivas teórico-metodológicas de pesquisa - a Construção Social da Ciência e da Tecnologia e a Teoria do Ator-Rede - observamos que ambas se mostraram bastante úteis para estudar projetos que envolvam ciência e tecnologia.

O estudo do desenvolvimento das bicicletas, a partir da Construção Social da Ciência e da Tecnologia, possibilitou identificar os distintos grupos sociais e nos permitiu ver como esses grupos reagem frente às diversas propostas técnicas ou artefatos desenvolvidos para resolver um determinado problema. Conceitos como “flexibilidade interpretativa”, “Closure” e “grupos sociais relevantes” nos permitiram perceber que não há um determinismo tecnológico, pois o desenvolvimento de distintas tecnologias passa por um intenso processo de negociação social e que não existe, a priori, um único ou o melhor caminho. A definição tecnológica será fruto dessa negociação social e várias soluções são possíveis para um mesmo problema.

No entanto, a noção de redes sociotécnicas possibilitou uma visão muito mais dinâmica do que a Construção Social da Ciência e da Tecnologia ao nos permitir observar como os diferentes grupos sociais mobilizam híbridos em torno dos seus interesses para envolver outros grupos sociais. A TAR, ao tangenciar a dicotomia social/técnico e rejeitar tanto o determinismo técnico como o social, tornou mais visível a heterogeneidade presente em uma rede, composta por humanos e não-humanos, evidenciou as misturas entre ciência e política, a força da tecnologia em uma controvérsia científica e as disputas de poder que ocorrem entre os atores, mediadas pelos híbridos. Sem a noção das redes sociotécnicas, essas disputas, que mobilizam humanos e não-humanos, ficariam difíceis de ser captadas pelo pesquisador.

Poderíamos afirmar, assim, que o enfoque das redes sociotécnicas capta melhor a heterogeneidade do conjunto de atores e a discussão em torno de redes se mostra, a nosso ver, mais rica e operacional, pois permite analisar questões ligadas a mobilizações sociotécnicas, que evitam limitações de análises a questões de interesses de classe ou de grupos sociais. Sobretudo, a TAR permite captar movimentos heterogêneos e as oscilações no grau de coesão destes. Tanto no caso do desenvolvimento das bicicletas, quanto do carro elétrico, não estamos



tratando apenas de movimentos sociais específicos, mas de movimentos que são fortemente influenciados por fatores aparentemente técnicos e neutros.

Embora tenhamos feito um esforço para poder comparar esses dois métodos de pesquisa, é necessário ter claro que as diferenças entre os métodos não se expressam apenas na análise de estudos já realizados, mas no próprio levantamento de dados para o estudo. Assim, os três princípios metodológicos da TAR (“agnosticismo”, “simetria generalizada” e “seguir os atores”) se aplicam ainda na fase de levantamento dos dados empíricos e originam análises distintas do que aquelas realizadas a posteriori. Para podermos adotar a TAR enquanto referencial de pesquisa, necessitamos acompanhar a construção da rede, seguindo os atores e acompanhando os bastidores dos projetos para podermos captar toda a dinâmica da rede.

### REFERENCIAS

BLOOR, Devid. Wittgenstein and Manheim on the sociology of mathematics. **Studies in the History and Philosophy of Science**, Elsevier, v.4, n.2, p. 173-191, ago. 1973.

CALLON, Michel. The Sociology of an Actor-network: the Case of the Electric Vehicle. *In* CALLON, Michel; RIP, Aires; LAW, John (eds.). **Mapping the Dynamics of Science and Tecnology: Sociology of Science in the Real World**. London: The Macmillan Press, 1986(a)

CALLON, Michel. Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fishermen of St Brieuc Bay. *In*: LAW, John (ed.). **Power, action and belief: a new Sociology of Knowledge?** London: Routledge & Kegan Paul, p.193-233, 1986(b).

CALLON, Michel. Techno-economic Networks and Irreveribility. **The Sociological Review**, Sage, v. 38. n.1, supl. p. 133-162, 1991.

CALLON, Michel; LAW, John; RIP, Arie. Putting Texts in Their Place. *In*: CALLON, Michel; RIP, Aire; LAW, John (eds.). **Mapping The Dynamics of Science and technology: Sociology of Science in the Real World**. London: The Macmillan Prees Ltd., 1986.

LATOUR, Bruno. The powers of association. *In*: LAW, John (ed.). **Power, action and belief: a new Sociology of Knowledge?** London: Routledge & Kegan Paul, p.264-80, 1986.

LATOUR, Bruno. Technology is Society Made Durable. *In*: LAW, John (ed.). **A Sociology of Monsters?: Essays on Power, Technology and Domination**. London: Routledge, p. 103-132, 1991.

LATOUR, Bruno. **Jamais Fomos Modernos**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.

LATOUR, Bruno. On Recalling ANT. *In*: LAW, John; HASSARD, John (orgs.). **Actor Network Theory and After**. Oxford: Blackwell Publishers, 1999.

LATOUR, Bruno. **Ciência em ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo: Editora UNESP, 2000(a).

LATOUR, Bruno. **A esperança de Pandora**. Bauru: EDUSC, 2001.

LATOUR, Bruno. The promises of constructivism. *In*: IHDE, Don; SELINGER, Evan (eds.) **Chasing technology**: Matrix of Materiality. Indiana Series for the Philosophy of Science: Indiana University Press, 2003.

LATOUR, Bruno. **Changer de société refaire de la sociologie**. Paris: La Découverte, 2006.

LAW, John; CALLON, Michel. The Life and Death of an Aircraft: A Network Analysis of Technical Change: *In*: BIJKER, E. Wiebe; LAW, John (ed.). **Shaping Technology**: Building Society: Studies in Sociotechnical Change. London, MIT Press, 1992.

LAW, John. Notas sobre a teoria do ator-rede: ordenamento, estratégia e heterogeneidade. Tradução Fernando Manso. **Núcleo de Estudos de Ciência & Tecnologia & Sociedade**, 1992. Disponível em:  
<http://www.necso.ufjf.br/Trads/Notas%20sobre%20a%20teoria%20Ator-Rede.htm>. Acesso em: 02 jul. 2004.

LAW, John. On the Methods of Long-distance Control: Vessels, Navigation and the Portuguese route to India. *In*: **A New Sociology of Knowledge?** Edit by John Law. Routledge & Kegan Paul, 1986.

LAW, John; CALLON, Michel. The Life and Death of an Aircraft: A Network Analysis of Technical Change. *In*: Wiebe E. Bijker and John Law (eds.) **Shaping Technology - Building Society**: Studies. Sociotechnical Change, Cambridge, Mass.: MIT Press, 21-52, 1992.

MURDOCH, Jonathan. **Weaving the Seamless Web**: a consideration of network analysis and its potential application to the study of the rural economy. Nova Gales doSul, Austrália: Center for Rural Economy: University of Newcastle, 1994. Disponível em:  
<https://www.ncl.ac.uk/media/wwwnclacuk/centreforruraleconomy/files/seamless-web.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2019.

PINCH, J. T.; BIJKER, W. E. The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other. *In*: BIJKER, W. E.; HUGHES, T. P.; PINCH, J. T. **The Social Construction of Technological systems**: New Directions in the Sociology and History of Technology. 6. ed. MIT Press, p. 11-44, 1997.

TRESH, John. Another turn after ANT: An interview with Bruno Latour. **Social Studies of Science**, SAGE, v.43, n.2, p.302-313, 2013.