

Verbetes Conceituais

Tecnologia

Fabrcio Neves¹ 

¹Universidade de Braslia, UnB, Braslia, DF, Brasil.

E-mail: fabriciomneves@gmail.com

DOI: [10.17666/ebcs.2026.018](https://doi.org/10.17666/ebcs.2026.018)

PREÂMBULO

Tecnologia é uma categoria analítica disputada nas ciências sociais ao designar ao mesmo tempo artefatos físicos, sistemas de conhecimento, formas de organização e relações de poder. A polissemia não é acidental, como pode parecer a uma primeira olhada. Ela reflete trajetórias disciplinares distintas que formularam o problema de modos incompatíveis entre si e que resistem a sínteses fáceis. A filosofia perguntou pelo modo de ser da técnica, ao passo que a sociologia clássica, pelos efeitos distribucionais da mudança tecnológica e a nova sociologia da tecnologia, formada na década de 1980, pela construção social dos artefatos e sistemas técnicos. O verbete reconstrói essa genealogia e as três correntes principais que emergiram do volume fundador organizado por Bijker et al. (1987/2012), a saber, a teoria dos grandes sistemas tecnológicos (LTS), a construção social da tecnologia (SCOT) e a teoria ator-rede (ANT), também acompanha os debates contemporâneos que as revisaram, e, por último, mas não menos importante, examina o Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS) como tradição analítica autônoma. A tensão produtiva entre o construcionismo social e a questão estrutural da dependência tecnológica organiza tanto a seção de usos contemporâneos quanto a de limites analíticos.

SUMÁRIO

1. Origens intelectuais
2. Principais correntes teóricas
3. Usos contemporâneos e debates em aberto
4. Configuração brasileira e latino-americana
5. Limites analíticos e alternativas
6. Referências bibliográficas

Aprovado em: 10/08/2026

Editor(a) responsável: Mariana Chaguri



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Enciclopédia Brasileira de Ciências Sociais (EBCS). ANPOCS, 018 - 2026

1. Origens intelectuais

O problema analítico que organiza a sociologia da tecnologia pode ser enunciado de modo simples com a interrogação: o que explica a forma que os artefatos e sistemas técnicos assumem? Se a resposta for “a lógica interna da eficiência técnica”, estamos diante do determinismo tecnológico, isto é, a ideia de que existe uma trajetória ótima e necessária de desenvolvimento técnico que as sociedades percorrem em ritmos diferentes, mas em direção ao mesmo destino. Se a resposta for “as escolhas e conflitos de grupos sociais”, estamos diante do construcionismo social, ou seja, a ideia de que tecnologias podiam ter sido diferentes e que entender por que não foram exige investigar os interesses e as controvérsias, incluindo a maneira como foram encerradas, que produziram o mundo técnico que habitamos. A passagem de uma resposta à outra não foi linear nem isenta de tensões, e a genealogia dessa passagem é ela mesma instrutiva.

A tradição filosófica europeia forneceu dois pontos de partida radicalmente distintos. Em Marx, sobretudo no Livro I de “O capital”, publicado em 1867, a tecnologia é inseparável das relações de produção. A máquina, para essa vertente, não é um instrumento neutro que poderia ser redistribuído sem mudar de natureza, mas o produto das relações de classe que a geraram e que ela reproduz no processo de trabalho. A maquinaria capitalista organiza o trabalho de modo a extrair mais-valia, sua forma, assim, é inseparável de sua função social. Essa intuição abriu um longo programa de pesquisa sobre as políticas inscritas nos artefatos, que reaparece, sob outros vocabulários, em obras como “*Forces of Production: a Social History of Industrial Automation*”, de David Noble, publicada em 1984, em Langdon Winner (Winner, 1980) e, mais recentemente, nos estudos feministas sobre tecnologia.

No ensaio “A questão da técnica”, de Martin Heidegger em 1954, o problema é formulado em outro registro. A tecnologia moderna não é uma coleção de instrumentos, mas um modo de desvelar o mundo. O que o filósofo chama de *Gestell* (enquadramento ou armação – tradução livre) é a disposição que precede e conforma qualquer artefato particular, transformando tudo em reserva disponível para uso e cálculo. A tecnicidade não está nos objetos técnicos, mas no modo pelo qual a modernidade constitui o real. Essa leitura exerceu influência duradoura sobre a filosofia da tecnologia, como se vê em “*Transforming Technology: a Critical Theory Revisited*”, de Andrew Feenberg, publicado em 2002, e em “*Technology and the Character of Contemporary Life*”, de 1984, escrito por Albert Borgmann e, indiretamente, sobre os estudos de infraestrutura, mas que foi menos operativa para a pesquisa empírica por sua recusa em distinguir tecnologias específicas.

Na sociologia americana do século XX, Robert Merton, no ensaio “A máquina, o trabalhador e o engenheiro: consequências sociais das mudanças tecnológicas”, de 1947, formulou o problema de modo diferente: interessa menos a essência ou a natureza da tecnologia do que os efeitos distribucionais da mudança tecnológica sobre grupos socialmente diferenciados. Em seu ensaio sobre consequências sociais das mudanças tecnológicas, Merton argumentou que a tecnologia de automação não é boa ou má em si, pois seus efeitos dependem de qual estrutura social determina quais grupos absorvem os ganhos de produtividade e quais arcam com os custos do deslocamento, do desemprego e da obsolescência de habilidades. A

pesquisa social, argumentou Merton, era necessária precisamente porque a boa vontade dos engenheiros não substitui o conhecimento empírico sobre quem paga os custos da mudança técnica. Essa formulação abriu agenda para a pesquisa empírica sobre consequências sociais da mudança técnica, mas manteve intacta a separação entre o técnico e o social. Assim, a tecnologia ainda aparecia como algo dado, cujos efeitos caberia mensurar.

A ruptura decisiva viria nos anos 1980 com a convergência entre história da tecnologia e sociologia do conhecimento científico, dois campos que até então haviam se desenvolvido de forma relativamente independente. O programa forte da sociologia do conhecimento científico (SSK – da sigla em inglês relativa a *Sociology of Scientific Knowledge*), desenvolvido em Edimburgo e Bath na década anterior, havia demonstrado que mesmo os fatos científicos, tratados como produto da natureza, não da sociedade, são construídos socialmente em laboratórios, controvérsias e instituições. A extensão desse programa ao domínio da tecnologia era um passo natural, mas exigia ferramentas conceituais próprias, pois os artefatos técnicos não são idênticos a fatos científicos, assim como sua construção envolve atores, interesses e processos que o SSK não havia sistematizado.

Foi nesse contexto que Wiebe Bijker e Trevor Pinch, em colaboração com Thomas Hughes, organizaram em 1984 um *workshop* em Twente que reuniu sociólogos, historiadores e filósofos da tecnologia. O volume resultante, publicado pela MIT Press em 1987, é o marco fundador da nova sociologia da tecnologia. As abordagens LTS (*Large Technological Systems*), SCOT (*Social Construction of Technology*) e ANT (*Actor-Network Theory*) apareceram pela primeira vez em diálogo sistemático. O que as unia, mais do que qualquer proposta teórica comum, era uma recusa metodológica compartilhada, a saber, tratar o desenvolvimento tecnológico como processo unilinear com resultado predeterminado e a intenção de descrever os atores, humanos e não-humanos, individuais e coletivos, que constroem os sistemas técnicos. O “social” deixou de ser contexto da tecnologia para se tornar parte constituinte dela.

2. Principais correntes teóricas

As três correntes que emergiram do volume de 1987 divergem em pelo menos três dimensões, como segue: na unidade de análise adotada (artefato, sistema ou rede); na concepção do papel dos atores não-humanos (contexto, componente ou actante); e na relação entre estabilização técnica e poder social (*momentum*, fechamento ou inscrição). Essas divergências não são meramente terminológicas, pois implicam diferentes concepções do que é possível e desejável explicar, como pode ser visto adiante.

2.1. Grandes sistemas tecnológicos (LTS)

Thomas Hughes desenvolveu sua abordagem a partir da história dos sistemas elétricos norte-americanos e europeus entre 1880 e 1940, sintetizada em seu livro “*Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930*” (Hughes, 1983) e depois articulada teoricamente no ensaio de 1987 supracitado. A proposta central é deslocar a unidade de análise do artefato isolado para o sistema. Isso requer considerar o conjunto de componentes heterogêneos, sejam

físicos, organizacionais, científicos e legislativos, que interagem para um objetivo comum. Essa heterogeneidade é analítica e empiricamente importante, como mostra o autor, uma lei regulatória e um gerador elétrico são igualmente componentes de um sistema elétrico, portanto, a exclusão de um deles da análise produz uma compreensão incompleta do sistema. Os chamados “componentes organizacionais”, como empresas, bancos de investimento, universidades técnicas, não são o ambiente social de um sistema técnico, mas partes constitutivas dele.

O conceito analítico mais influente de Hughes é o de *reverse salient*, que se refere a um componente do sistema que ficou defasado em relação aos demais em expansão, criando desequilíbrio e concentrando a atenção de inventores e engenheiros. O termo é uma metáfora militar – uma saliência reversa é a parte da linha de batalha que recua enquanto o restante avança – e tem precisão analítica superior ao conceito de “gargalo”, já que sugere desenvolvimento desigual e complexo, não bloqueio simples. O conceito de *reverse salient* leva a definições dos problemas técnicos que precisam ser resolvidos para que o sistema continue crescendo, o que Hughes chama de “problemas críticos”. Esses problemas críticos atraem inovadores, que respondem com invenções conservadoras (que aperfeiçoam o sistema existente) ou radicais (que o substituem). A inventividade, nessa perspectiva, não é um ato de genialidade individual, mas uma resposta estruturada pelas necessidades do sistema.

O segundo conceito central de Hughes é o de *momentum*, a inércia que sistemas maduros adquirem por meio do acúmulo de investimentos fixos, comunidades de prática, legislação consolidada e infraestrutura instalada. O *momentum* permite explicar por que sistemas tecnológicos resistem à mudança sem recorrer ao determinismo, considerando não ser a lógica técnica que se impõe, mas a massa de interesses, conhecimentos e instituições que se constituíram em torno do sistema ao longo do tempo. Um sistema de energia elétrica baseado em corrente alternada não sobreviveu à disputa com a corrente contínua por ser técnica ou economicamente superior em termos absolutos, mas porque acumulou *momentum* suficiente para absorver as externalidades da conversão. O conceito de *momentum* de Hughes deve ser distinguido da ideia de autonomia tecnológica, ao da importância da dinâmica do poder, tanto quanto à técnica. Sistemas com alto *momentum* resistem a pressões exógenas, mas podem ser alterados por forças políticas suficientemente intensas, como demonstraram as intervenções estatais no setor elétrico britânico durante a Primeira Guerra Mundial.

A abordagem LTS foi criticada por dois flancos. De um lado, seu foco nos *system builders*, representadas por figuras como Edison, Insull e Rathenau, que constroem unidade sistêmica a partir da diversidade, privilegia perspectivas de quem tem poder de construção e torna analiticamente invisíveis os grupos excluídos ou subordinados pelo sistema. A pergunta “quem não está no sistema, ou está apenas como recurso?” é legítima e permaneceu pouco desenvolvida nessa abordagem. De outro lado, o conceito de sistema tende a pressupor coerência e unidade que os sistemas históricos frequentemente não possuem, já que o “sistema” pode ser uma construção retroativa do analista mais do que uma realidade dos atores. Essas críticas fizeram a abordagem avançar, mas também foram responsáveis pelas formulações de outras tendências no estudo da tecnologia.

2.2. Construção social da tecnologia (SCOT)

Bijker e Pinch partiram da sociologia do conhecimento científico, nomeadamente, do programa empírico de relativismo de Harry Collins, e propuseram sua extensão ao domínio tecnológico. O ponto de partida é o conceito de flexibilidade interpretativa, identificada por Collins nesse programa e transposta para o domínio técnico por Pinch e Bijker (1984), indicando que o mesmo artefato pode ser interpretado de formas radicalmente diferentes por grupos sociais distintos, e essas interpretações diferentes correspondem a problemas diferentes que o artefato deve resolver. A bicicleta, no caso empírico que inaugurou o SCOT, não tinha um problema técnico a resolver no abstrato, mas também um problema político. Para os jovens esportistas do final do século XIX, o problema era velocidade; para as mulheres que começavam a pedalar, era estabilidade e decoro; para os mecânicos, era durabilidade. O *design* que prevaleceu foi aquele que fechou as controvérsias de modo satisfatório para os grupos com maior poder de definição da forma técnica.

A contribuição central do SCOT está nos conceitos de fechamento e estabilização, que formaram a coluna dorsal do programa. O fechamento descreve o processo pelo qual a flexibilidade interpretativa se reduz até que um artefato assuma uma forma mais ou menos definitiva. Essa redução pode ocorrer por duas vias, a saber, o fechamento retórico, quando um grupo social define que o problema foi resolvido, e o redirecionamento do problema, quando a solução adotada redefine qual era o problema. A estabilização é o resultado do fechamento, quando o artefato adquire uma forma que parece natural e inevitável, apagando a memória das alternativas que foram descartadas no processo. A contribuição analítica do SCOT está precisamente em tornar essa contingência recuperável, já que o que existe poderia ser diferente e que entender por que não é exige examinar quais grupos sociais relevantes participaram do processo e com que poder de definição.

Bijker desenvolveu posteriormente o conceito de quadro tecnológico (*technological frame*) para descrever o conjunto de teorias, conceitos, metas, valores e práticas que estruturam a interação de um grupo social relevante com uma tecnologia. O quadro tecnológico é simultaneamente o produto e produtor da tecnologia, que orienta a percepção dos problemas e das soluções possíveis, mas é ele mesmo transformado pelas interações que orienta. Grupos com quadros tecnológicos muito diferentes têm dificuldade de comunicar-se sobre a mesma tecnologia, aliás, um fenômeno que importa tanto para a história da tecnologia quanto para políticas de inovação.

Uma crítica a ser feita ao SCOT diz respeito à sua dificuldade em tematizar poder de forma sistemática. Identificar grupos sociais relevantes sem perguntar por que alguns têm mais poder de fechar controvérsias que outros é uma limitação reconhecida pelos próprios fundadores da abordagem. O SCOT original tendia a tratar o poder como recurso distribuído entre grupos, sem examinar as estruturas que determinam essa distribuição. Bijker buscou endereçar essa crítica em trabalhos posteriores, introduzindo uma concepção de poder fundada na capacidade de mobilizar e manter quadros tecnológicos. Mas, o debate permanece aberto e essa é uma questão que até hoje faz avançar novas abordagens.

2.3. Teoria ator-rede (ANT)

Michel Callon, Bruno Latour e John Law desenvolveram, a partir de estudos de laboratório e de casos de inovação técnica, uma abordagem que radicalizou o construcionismo ao propor a simetria generalizada entre humanos e não-humanos. Na ANT, artefatos, textos, organismos e instituições são todos actantes, ou seja, entidades com capacidade de agir na medida em que são alistadas em redes (Latour, 1992/1996), tema também tratado no Dossiê Bruno Latour organizado em 2021 por Geane Alzamora, Joana Ziller e Francisco Ângelo Coutinho. A recusa de conferir estatuto ontológico privilegiado aos humanos não é uma postura filosófica abstrata, mas uma escolha metodológica, o que leva o analista a seguir os atores e descrever as associações que eles estabelecem, sem pressupor que as humanas são mais reais ou mais explicativas que as demais.

O conceito central da ANT é a tradução, processo pelo qual um ator converte os interesses de outros nos seus próprios, recrutando aliados humanos e não-humanos para a rede em construção. O caso clássico de Michel Callon sobre as vieiras da Baía de Saint-Brieuc, exposto no ensaio *“Some Elements of a Sociology of Translation”*, em 1984, mostrou como pesquisadores, maricultores, vieiras e equipamentos laboratoriais foram traduzidos uns nos outros por meio de operações de definição, recrutamento, listagem e mobilização. As inscrições – gráficos, cálculos, relatórios, protocolos – são os dispositivos pelos quais fatos e artefatos adquirem estabilidade e portabilidade, circulando além do contexto local de sua produção. O laboratório é um lugar de produção de inscrições que formatam o mundo de modo a torná-lo administrável pelos dispositivos existentes, como analisado em *“A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos”*, publicado por Bruno Latour e Steve Woolgar em 1979.

A ANT radicalizou a simetria metodológica do construcionismo ao avançar na concepção de que não há diferença ontológica entre o que é técnico e o que é social, porque ambos emergem das mesmas práticas de associação e tradução, tese desenvolvida em *“Reassembling the Social: an Introduction to Actor-Network Theory”*, em 2005. Essa radicalização gerou controvérsias internas ao campo dos estudos sociais da ciência e da tecnologia. Harry Collins e Steven Yearley, no ensaio *“Epistemological Chicken”*, publicado em 1992, questionaram se a simetria entre humanos e não-humanos não dissolia a possibilidade de uma crítica social fundada em assimetrias reais de poder e responsabilidade. O famoso “debate da galinha” entre Callon/Latour e Collins/Yearley nos anos 1990 evidenciou que a simetria metodológica da ANT, ao distribuir agência uniformemente, torna difícil nomear os atores que têm mais capacidade de inscrever o mundo a seu favor, como se lê na réplica de Michel Callon e Bruno Latour, publicada no mesmo volume *“Science as Practice and Culture”*, em 1992. Contra essas críticas, Latour argumentou que a descrição adequada das assimetrias nas redes é mais precisa do que a atribuição direta de poder, conforme *“Reassembling the Social”*, de 2005, mas o debate permanece produtivo.

A aplicação mais elaborada da ANT ao domínio estritamente tecnológico encontra-se na obra *“Aramis, ou o Amor da Tecnologia”* (Latour, 1992/1996), estudo de caso sobre o fracasso do sistema de transporte automatizado Aramis, projetado para Paris entre os anos 1970 e 1990. O livro é significativo primeiramente porque, ao contrário das análises de laboratório onde o analista acompanha a construção de fatos que eventualmente se estabilizam, Latour acompanha aqui a desconstrução de um artefato que nunca chegou a

existir plenamente. O Aramis falhou não porque a tecnologia era inviável, mas porque os aliados humanos e não-humanos necessários para sua estabilização – como em casos da SCOT, engenheiros, gestores públicos, concessionárias de transporte, passageiros antecipados, maquetes, protótipos – não foram suficientemente traduzidos uns nos outros, ou seja, a rede nunca se fechou. Uma outra razão é que, ao construir o livro como híbrido de narrativa sociológica e ficção científica – é o próprio Aramis que narra em primeira pessoa –, Latour demonstrou que a descrição dos processos de construção sociotécnica exige recursos narrativos que a escrita científica convencional não oferece. Essa dupla contribuição, metodológica e literária, faz de Aramis uma referência obrigatória nos debates sobre o que significa, concretamente, aplicar a ANT à análise de tecnologias em processo de construção ou abandono. O caso também ilumina uma dimensão ausente nas análises que trata do sucesso tecnológico, ao indicar como a história dos artefatos que não sobreviveram ao processo de tradução é tão reveladora das dinâmicas sociotécnicas quanto a dos que se estabilizaram (Latour, 1992/1996), aspecto também desenvolvido por Madeleine Akrich no ensaio “*The Description of Technical Objects*” de 1992.

3. Usos contemporâneos e debates em aberto

Nas três décadas que se seguiram ao volume fundador, as abordagens LTS, SCOT e ANT foram revisadas, criticadas e expandidas por três fenômenos analíticos que não cabiam bem nas molduras originais, a saber: a ausência sistemática de certas categorias sociais dos processos de construção tecnológica; a invisibilidade analítica das infraestruturas; e a escala dos regimes sociotécnicos que estruturam trajetórias de inovação.

A crítica feminista constituiu a primeira e mais sistêmica revisão do construcionismo clássico. Judy Wajcman demonstrou, em série de pesquisas empíricas e ensaios teóricos, que a tecnologia não é neutra em relação ao gênero, ao contrário, é generificada desde o projeto, na medida em que os grupos que definem os problemas técnicos são eles mesmos generificados, argumento formulado em “*Feminism Confronts Technology*”, publicado em 1991, e retomado posteriormente em “*TechnoFeminism*” (Wajcman, 2004). O SCOT original identificava os “grupos sociais relevantes” sem perguntar sistematicamente por que mulheres estavam ausentes ou sub-representadas nesses grupos. Para Wajcman, essa ausência não é um detalhe empírico, mas uma característica estrutural dos processos de construção tecnológica em sociedades com divisão generificada do trabalho. O doméstico foi sistematicamente excluído da definição do que conta como tecnologia; os artefatos do lar foram, por décadas, considerados menos tecnológicos que os artefatos do trabalho industrial, e essa hierarquia tem função ideológica além de analítica.

Donna Haraway, por caminho diferente, questionou a própria fronteira entre natureza e tecnologia que o construcionismo pressupunha ao separar artefatos de entidades naturais. O conceito de *cyborg*, híbrido de organismo e máquina, de natureza e cultura, não era apenas uma metáfora, mas um argumento ontológico que nos leva a considerar que as fronteiras que separam o humano do técnico e do natural são elas mesmas construídas e politicamente carregadas, como sustenta Donna Haraway em 1991, em “*Simians, Cyborgs, and Women: the*

Reinvention of Nature". O *cyborg* dissolve a pureza dessas categorias e, ao fazê-lo, abre espaço para políticas que não pressupunham uma natureza ou uma humanidade essencial a ser protegida ou restaurada.

A crítica racial à tecnologia aprofundou esse diagnóstico em direção ao racismo estrutural inscrito em sistemas algorítmicos. Ruha Benjamin (2019) cunhou o conceito de *New Jim Code* para descrever como tecnologias digitais como sistemas de reconhecimento facial, algoritmos de concessão de crédito, ferramentas de triagem de currículos, reproduzem e frequentemente intensificam desigualdades raciais ao traduzi-las em código. O argumento central da autora é que a aparente neutralidade técnica dos algoritmos funciona como cobertura ideológica para discriminação ao substituir decisões humanas por processos automatizados, o que torna a discriminação mais difícil de contestar juridicamente e mais opaca para os grupos afetados. Benjamin mostra que a invisibilidade do viés não é acidental, muito pelo contrário, ela é produzida pela exclusão sistemática de grupos racializados tanto dos processos de *design* quanto dos conjuntos de dados usados para treinar os modelos. O conceito de *New Jim Code* retoma e estende a formulação de Winner (1980) sobre a política dos artefatos. Da mesma forma como as pontes baixas de Robert Moses excluíam populações pobres e negras do acesso às praias de Long Island, os algoritmos de triagem excluem candidatos negros do mercado de trabalho sem que nenhum decisor individual precise formular explicitamente uma preferência racial. A diferença é de escala e velocidade, o que quer dizer que sistemas algorítmicos operam sobre milhões de casos simultaneamente, tornando o *momentum* da discriminação inscrita no código quase tão obscuro quanto o concreto das pontes (Benjamin, 2019), diagnóstico convergente com o de Safiya Umoja Noble, em 2018, em "*Algorithms of Oppression: How Search Engines Reinforce Racism*".

O debate sobre infraestrutura, posteriormente, desenvolvido principalmente por Susan Leigh Star e Geoffrey Bowker, identificou um ponto cego sistemático nas abordagens construtivistas, como segue, sua preferência por tecnologias em construção, onde os conflitos e a flexibilidade interpretativa são visíveis, deixava analiticamente subdesenvolvidas as tecnologias já estabilizadas que estruturam silenciosamente a vida social (Bowker & Star, 1999). Infraestruturas como redes elétricas, sistemas sanitários, protocolos de comunicação e sistemas de classificação biomédica são visíveis para aqueles que estão fora delas ou quando falham, mas invisíveis para os que delas se beneficiam sem perceber. Essa assimetria de visibilidade é analítica e politicamente relevante. Star demonstrou que sistemas de classificação médica, como o CID (Classificação Internacional de Doenças), não são neutros porque constroem categorias que incluem, excluem e hierarquizam, e essas construções têm efeitos concretos sobre vidas (Bowker & Star, 1999). A pergunta "para quem a infraestrutura é invisível?" tornou-se um instrumento analítico para investigar como artefatos estabilizados distribuem externalidades de forma diferenciada.

A terceira revisão sistemática vem do campo das transições sociotécnicas, desenvolvido por Frank Geels e Arie Rip (Geels, 2002), com antecedente no ensaio "*Technological Change*". de 1998, de Arie Rip e René Kemp. Contra a ênfase dos estudos construtivistas em artefatos e sistemas específicos, essa abordagem examina como conjuntos de tecnologias, instituições, práticas, infraestruturas e expectativas se co-estabilizam em regimes sociotécnicos que estruturam as trajetórias de inovação de forma *path-dependent*. O

modelo multinível de Geels distingue o nicho, ou seja, o espaço protegido onde inovações radicais podem se desenvolver antes de desafiar configurações dominantes, o regime, um conjunto estabilizado de práticas, regras e expectativas que orienta a inovação incremental, e a paisagem, concebida como forças exógenas de longa duração, como mudanças demográficas, culturais e climáticas (Geels, 2002). Transições sociotécnicas ocorrem quando pressões provenientes da paisagem desestabilizam o regime, abrindo janelas de oportunidade para inovações de nicho. Esse quadro tem sido mobilizado extensivamente nos debates sobre transição energética e descarbonização, criando uma tensão produtiva com a herança antinormativa do construcionismo clássico porque enquanto o SCOT evitava prescrever quais tecnologias eram melhores, os estudos de transições sociotécnicas frequentemente assumem que certas trajetórias são desejáveis e orientam recomendações de política.

4. Configuração brasileira e latino-americana

O Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS) emergiu nos anos 1960 e 1970 como resposta ao diagnóstico estrutural que o construcionismo europeu não havia formulado de que, nos países periféricos, os obstáculos à utilização produtiva do conhecimento científico-tecnológico não eram primariamente técnicos, mas estruturais (Dagnino et al., 1996). A dependência econômica produzia uma configuração em que o conhecimento tecnológico era importado de centros que o haviam desenvolvido para suas próprias necessidades, enquanto a demanda local por conhecimento produzido localmente permanecia muito abaixo do que seria necessário para sustentar um sistema nacional de inovação autônomo. O problema não era, portanto, a qualidade da ciência e tecnologia produzidas nas universidades latino-americanas, mas a ausência das condições socioeconômicas que transformariam esse conhecimento em tecnologia socialmente relevante.

Jorge Sábato e Natalio Botana propuseram que a vinculação sistemática entre governo, infraestrutura produtiva e setor de pesquisa era a condição necessária para que o conhecimento científico se convertesse em tecnologia socialmente relevante (Sábato & Botana, 1968). O diagnóstico era que, na América Latina, esses três vértices do triângulo funcionavam de forma desarticulada. Por um lado, as universidades produziam pesquisa orientada por padrões internacionais de excelência disciplinar; por outro, as empresas importavam tecnologia já desenvolvida; finalmente, o Estado carecia de capacidade de mediação entre ambos. O triângulo de Sábato não era apenas um diagnóstico, mas um programa de política científica e tecnológica que antecipou, em registro normativo periférico, questões que o construcionismo europeu só formularia analiticamente uma década depois.

Amílcar Herrera e Oscar Varsavsky aprofundaram a crítica de dois modos distintos. Herrera (1973) demonstrou que as políticas científicas explicitamente enunciadas pelos países latino-americanos divergiam sistematicamente de suas políticas científicas implícitas, já que o que os governos efetivamente financiavam contradiziam o que declaravam como prioridades. A política científica implícita refletia a estrutura de poder de cada sociedade, que frequentemente não tinha interesse em desenvolver tecnologia autônoma, pois isso

contrariaria os interesses das frações dominantes vinculadas ao capital estrangeiro. Varsavsky (1969), por sua vez, criticou o que chamou de “cientificismo”, a adoção acrítica, por parte da comunidade acadêmica latino-americana, dos padrões de excelência e das agendas de pesquisa definidas nos países centrais, argumento retomado em “*Hacia una política científica nacional*”, publicado em 1972. O cientista “cientificista” trabalhava para um sistema que não questionava, reproduzindo dependência intelectual ao mesmo tempo que a denunciava politicamente.

Uma contribuição singular e independente do PLACTS veio da filosofia brasileira. Em “O Conceito de Tecnologia”, obra redigida nos anos 1960 e publicada postumamente, Álvaro Vieira Pinto (2005) desenvolveu uma crítica à ideologia da tecnologia que antecipou, em registro filosófico próprio, questões que a sociologia construtivista só colocaria décadas depois. Vieira Pinto distinguiu dois sentidos fundamentais de “tecnologia”. De um lado, como epistemologia da técnica, ou o estudo das técnicas e sua história, e, de outro, como ideologia, isto é, como discurso que naturaliza as formas tecnológicas do capitalismo avançado e as apresenta como estágios universais e necessários do desenvolvimento humano. Essa crítica à “tecnologia” como categoria ideológica tem ressonância direta com o debate sobre determinismo tecnológico – que Winner (1980) chamará, décadas após, de “*politics of artifacts*” (Políticas dos artefatos – tradução do autor) e o que o SCOT desconstruirá empiricamente –, Vieira Pinto já problematizava filosoficamente ao denunciar a apresentação da tecnologia do capitalismo central como se fosse a tecnologia em geral. A obra permaneceu circunscrita ao debate brasileiro e não alcançou circulação internacional, mas constitui um caso raro de filosofia da tecnologia produzida no Sul Global com problematização autônoma, ou seja, não derivada dos debates europeus ou norte-americanos (Vieira Pinto, 2005).

A articulação entre dependência tecnológica e dependência estrutural encontra seu tratamento mais sistemático na teoria da dependência, tradição intelectual latino-americana que precede e condiciona o PLACTS. Para Theotônio dos Santos, a dependência tecnológica não é um problema setorial de política científica, mas uma dimensão constitutiva da subordinação econômica. Para o autor, os países periféricos dependem de tecnologias importadas dos centros porque sua estrutura produtiva foi historicamente configurada para servir à acumulação de capital nos países centrais, não para responder às necessidades de suas próprias populações, tese exposta no ensaio “*The Structure of Dependence*”, publicado em 1970, e retomada em “A teoria da dependência: balanço e perspectivas” (Dos Santos, 2000). O controle tecnológico pelas empresas transnacionais é, nessa perspectiva, um dos mecanismos centrais de reprodução da dependência, porque ao deterem patentes, processos produtivos e *know-how*, as empresas dos países centrais impedem que a acumulação local de capital se converta em capacidade tecnológica autônoma. Essa análise converge com o PLACTS no diagnóstico da dependência, mas diverge na solução. Enquanto o PLACTS apostava na articulação entre Estado, universidade e setor produtivo como saída dentro das fronteiras nacionais, Dos Santos (2000) vinculava a superação da dependência tecnológica a transformações estruturais mais amplas nas relações de produção.

O PLACTS não dialogou diretamente com o construcionismo europeu que se formava simultaneamente, mas as duas tradições colocaram questões analiticamente complementares. O SCOT e a ANT perguntavam como grupos sociais constroem artefatos em contextos

específicos; o PLACTS perguntava por que, em certas configurações estruturais, certos grupos sociais em posições periféricas na economia-mundo raramente são os que definem quais problemas merecem solução técnica (Dagnino et al., 1996). O construcionismo europeu tendeu a tratar as assimetrias de poder entre grupos como variável que a análise deveria revelar; o PLACTS e a teoria da dependência as tratavam como ponto de partida estrutural que condicionava qualquer processo de construção sociotécnica (Dos Santos, 2000).

A recepção do construcionismo no Brasil, a partir dos anos 1990, processou essa tensão de formas variadas. Renato Dagnino desenvolveu o conceito de adequação sociotécnica para mostrar como tecnologias desenvolvidas em contextos de capitalismo central carregam inscrições que as tornam inadequadas, ou disfuncionais, para contextos periféricos sem reproprocessamento (Dagnino, 2002; Thomas, 2009). Mas esse reproprocessamento não é meramente técnico, é, também, político, na medida em que exige alterar a distribuição de poder e de conhecimento embutida no artefato original.

A proposta de tecnologia social, que ganhou institucionalidade no Brasil nos anos 2000 por meio da Rede de Tecnologia Social e de programas da Fundação Banco do Brasil, articulou essa herança com experiências concretas de organizações da economia solidária (Dagnino, 2009). A tecnologia social não é tecnologia de baixo custo para pobres, mas tecnologia construída a partir das demandas e com a participação dos grupos subalternos, o que implica alterar as relações de poder nos processos de construção sociotécnica (Dagnino, 2009; Thomas, 2009). Nesse sentido, a tecnologia social radicaliza a lógica construtivista ao tornar explícita a dimensão normativa que o SCOT tendeu a suprimir. Para as abordagens situadas no Sul Global, não se trataria apenas de descrever como grupos sociais constroem tecnologias, mas de intervir nos processos de construção para alterá-los em favor de grupos historicamente excluídos.

5. Limites analíticos e alternativas

As três correntes construtivistas partilham um limite estrutural que suas críticas internas identificaram com razão, a saber, a dificuldade em dar conta da obstinação dos artefatos estabilizados, sua capacidade de resistir à resignificação e de impor constrangimentos que os grupos sociais não ativaram intencionalmente. Anique Hommels, em *“Unbuilding Cities: Obduracy in Urban Sociotechnical Change”*, publicado em 2005, demonstrou, na análise de cidades holandesas, que infraestruturas urbanas frequentemente resistem a tentativas de reconfiguração não porque grupos sociais ativamente as defendem, mas porque estão integradas em redes de interdependência que tornam qualquer modificação pontual extremamente custosa. Langdon Winner (1980) formulou a versão mais direta dessa crítica ao afirmar que os “artefatos têm política” não apenas porque grupos inscreveram interesses neles durante a construção, mas porque, uma vez construídos, eles constroem as possibilidades de ação de modos que não se reduzem às intenções originárias. Ainda segundo o autor, as pontes baixas que Robert Moses construiu em Long Island impediam a passagem de ônibus públicos independentemente das intenções de qualquer grupo social subsequente.

A ANT, ao distribuir agência simetricamente entre humanos e não-humanos, ganha em poder descritivo ao tornar visível como objetos estruturam interações, mas perde em capacidade crítica, porque, se tudo é actante, fica difícil nomear responsabilidades diferenciadas e assimetrias estruturais. A descrição de uma rede que inclui um algoritmo, uma corporação e um usuário como actantes equivalentes pode ser metodologicamente coerente, mas obscurece que o algoritmo foi programado por alguém, que a corporação detém patentes e que o usuário cedeu dados que não controla. A crítica ao “aplanamento do social” pela ANT aponta para essa assimetria entre descrição e crítica.

O PLACTS tem a limitação inversa. Sua força normativa, a denúncia da dependência tecnológica e a proposição de alternativas, é, muitas vezes, acompanhada por uma teoria da mudança pouco especificada. A crítica ao “modelo ofertista linear” é empiricamente sólida, mas a passagem para a proposição de tecnologia social ou adequação sociotécnica como alternativas enfrenta problemas de escala e de institucionalização que esta tradição não resolveu de modo geral. Experiências bem-sucedidas de construção participativa de tecnologia em contextos locais frequentemente não se generalizam sem reproduzir as lógicas de padronização e centralização que o PLACTS critica.

Além dessas limitações internas, cada corrente enfrenta desafios específicos postos pelos fenômenos contemporâneos. As plataformas digitais, os assim chamados sistemas algorítmicos que mediam relações sociais, econômicas e políticas em escala global, desafiam o SCOT porque seus grupos sociais relevantes são simultaneamente muito numerosos e estruturalmente excluídos dos processos de *design*. Desafiam a ANT porque suas inscrições são proprietárias e opacas, dificultando o rastreamento das associações. Não menos importante, desafiam o PLACTS porque operam transnacionalmente, erodindo as fronteiras nacionais em que as políticas de Ciência e Tecnologia (C&T) se organizavam.

Alguns conceitos vêm ganhando centralidade como alternativas ou complementos, como regimes sociotécnicos (Geels, 2002) para fenômenos de larga escala e longa duração; infraestrutura (Bowker & Star, 1999) para tecnologias invisibilizadas pela estabilização; coprodução, no sentido proposto em “*States of Knowledge: the Co-production of Science and Social Order*”, publicado em 2004, organizado por Sheila Jasanoff, para descrever como a ordem social e a ordem técnica se constituem mutuamente em processos que incluem práticas científicas, instituições e identidades; e ontologias tecnológicas nas discussões sobre inteligência artificial, onde a pergunta sobre o que os sistemas classificatórios constroem como real retoma, em novo registro, o debate sobre a não-neutralidade da técnica. Nenhum desses conceitos resolve as tensões entre descrição e crítica que percorrem o campo desde sua formação, ainda que cada um as reformule de modo que permite novos investimentos empíricos.

6. Referências bibliográficas

Textos fundadores e correntes teóricas

Bijker, Wiebe E., Hughes, Thomas P., & Pinch, Trevor. (2012). *The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology*. MIT Press. (Obra original publicada em 1987).

- Hughes, Thomas P. (1983). *Networks of power: electrification in western society, 1880-1930*. Johns Hopkins University Press.
- Latour, Bruno. (1996). *Aramis, or the love of technology* (Catherine Porter, Trans.). Harvard University Press. (Obra original publicada em 1992).
- Pinch, Trevor J., & Bijker, Wiebe E. (1984). The social construction of facts and artefacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other. *Social Studies of Science*, 14 (3), 399-441.
- Winner, Langdon. (1980). Do artifacts have politics? *Daedalus*, 109 (1), 121-136.

Críticas feministas e raciais à tecnologia

- Benjamin, Ruha. (2019). *Race after technology: abolitionist tools for the new Jim Code*. Polity Press.
- Wajcman, Judy. (2004). *TechnoFeminism*. Polity Press.

Infraestruturas, classificação e transições sociotécnicas

- Bowker, Geoffrey C., & Star, Susan Leigh. (1999). *Sorting things out: classification and its consequences*. MIT Press.
- Geels, Frank W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8-9), 1257-1274. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8).

Pensamento latino-americano em ciência, tecnologia e sociedade (PLACTS)

- Dagnino, Renato, Thomas, Hernán, & Davyt, Amílcar. (1996). El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. *Redes*, 3(7), 13-51.
- Herrera, Amílcar. (1973). Los determinantes sociales de la política científica en América Latina: política científica explícita y política científica implícita. *Desarrollo Económico*, 13(49), 113-134.
- Sábato, Jorge Alberto, & Botana, Natalio. (1968). La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. *Revista de la Integración*, 1(3), 15-36.
- Varsavsky, Oscar. (1969). *Ciencia, política y cientificismo*. Centro Editor de América Latina.
- Vieira Pinto, Álvaro. (2005). *O conceito de tecnologia*. Contraponto.

Dependência, tecnologia social e adequação sociotécnica no Brasil

- Dagnino, Renato. (2002). *Gestão estratégica da inovação: metodologias para análise e implementação*. Cabral Universitária.
- Dagnino, Renato. (2009). *Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade*. IG/UNICAMP.
- Dos Santos, Theotônio. (2000). *A teoria da dependência: balanço e perspectivas*. Civilização Brasileira.
- Thomas, Hernán. (2009). Tecnologias para inclusão social e políticas públicas na América Latina. In Aldalice Otterloo et al. (Eds.), *Tecnologias sociais: caminhos para a sustentabilidade* (pp. 25-81). Rede de Tecnologia Social.

VER TAMBÉM:

Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia | Ciência | Inovação | Dependência e desenvolvimento | Algoritmos e plataformas digitais | Álvaro Vieira Pinto | Trabalho e automação | Tecnologia social

COMO CITAR ESTE VERBETE:

Neves, Fabrício. (2026). Tecnologia. In *Enciclopédia Brasileira de Ciências Sociais (EBCS)*. ANPOCS. 10.17666/ebcs.2026.018.