

APRESENTAÇÃO

Apontamentos filosóficos sobre as tecnociências

Ronei Clécio Mocellin

Universidade Federal do Paraná

<https://orcid.org/0000-0003-4093-672X>

Débora Aymoré

Universidade Federal do Paraná/ Universidade do Estado do Amapá

<https://orcid.org/0000-0003-1384-6681>

A proposta de organização deste número especial do *Cadernos PET Filosofia* surgiu da demanda de estudantes do Curso de Filosofia da Universidade Federal do Paraná (UFPR) para que fosse ofertada uma disciplina optativa tratando da emergência da noção de *Tecnociência* no cenário filosófico contemporâneo. Essa demanda foi parcialmente contemplada, com a inclusão do tema nos planos de ensino das disciplinas ofertadas durante o ano de 2021 pelos professores Ronei Clécio Mocellin e Débora Aymoré, iniciativa esta posteriormente replicada no contexto das atividades acadêmicas realizadas nos ambientes virtuais de aprendizagem da Universidade do Estado do Amapá (UEAP).

Contudo, consideramos que tal demanda foi atendida com ainda mais profundidade nos cursos de encerramento da sexta edição da Escola Paranaense de História e Filosofia da Ciência e da Tecnologia, ofertados pela professora

Bernadette Bensaude-Vincent (Université Paris 1 – França) e pelo professor Andrew Feenberg (Simon Fraser University – Canadá), que ocorreu de modo remoto entre os dias 23 e 26 de novembro de 2021¹. Deste modo, os editores convidados, Ronei e Débora, gostariam de deixar agradecimentos entusiasmados aos professores Eduardo Barra (UFPR), Alex Calazans (UTFPR) e Veronica Calazans (UTFPR), pela oportunidade única de aprofundamento do estudo sobre a *Tecnociência* e pela colaboração sempre enriquecedora.

Este número especial sobre tecnociência que apresentamos para a comunidade acadêmica não teria sido possível sem engajamento ativo dos estudantes do PET-Filosofia da UFPR, que acolheram esta iniciativa do Núcleo de Estudos da Cultura Técnica e Científica (NECTEC/UFPR). Reconhecemos, entre tantos colaboradores e colaboradoras, o atendimento sempre solícito de Martim Fernandes em todas as etapas desta edição, desde a apresentação do projeto por meios virtuais na reunião do PET em maio de 2020 até o fechamento deste número especial. Para nós, professores, é indescritível a sensação de sinergia que emerge deste trabalho colaborativo resultante da realização de diversas atividades acadêmicas de ensino, pesquisa e extensão, levando em consideração, inclusive, as condições atípicas e o ganho gradual de familiaridade em relação aos ambientes virtuais de aprendizagem da UFPR, cujo resultado material pode ser lido em textos ricos em significado e, acima de tudo, que pelo esforço próprio de cada autor e autora, buscam compreender este amplo fenômeno epistemológico e histórico que se apresenta como um desafio devido à complexidade e aos diversos pontos de vista a partir dos quais a tecnociência pode ser visualizada.

É difícil caracterizar muitos dos desenvolvimentos que vieram a formar a base do mundo contemporâneo como puramente científicos ou puramente tecnológicos, sendo que o próprio ideal de ciência pura é colocado em questão com a emergência das *Tecnociências*. Desenvolvimentos tão importantes como a internet, os computadores, a exploração do espaço, os transístores, os microchips,

¹ Disponível em: <https://www.youtube.com/user/EscolaHFC>

os satélites de comunicação, a energia nuclear, a biotecnologia, o Projeto Genoma Humano, as células-tronco, os modernos medicamentos, os scanners de tomografia computadorizada (TAC), os microscópios de tunelamento (STM), os órgãos artificiais, as próteses com interface orgânica, computadores com sinapse sintética ou a nanotecnologia não podem ser entendidos como sendo o resultado apenas da ciência pura ou apenas tecnologia. Para os propósitos desta apresentação, basta apontar para a indissociabilidade entre a experiência com objetos técnicos e sistemas tecnológicos, que interagem dinamicamente com a estrutura das sociedades contemporâneas, o que torna ainda mais necessária a investigação sobre a especificidade das tecnociências.

Filosoficamente, a caracterização da tecnologia está relacionada à constituição histórica e social das tecnociências, considerando, inclusive, que a institucionalização da filosofia da tecnologia enquanto disciplina acadêmica data da segunda metade do século XX (cf. Cupani, 2017). A seu turno, a tecnologia está relacionada às técnicas, à ciência e mesmo à experiência, na medida em que, a partir desta, temos contato com diversos objetos (computadores, aviões, carros etc.) e com sistemas (de transporte, produção fabril, alimentar etc.). Porém, não se esgotam em tais percepções sensoriais as reflexões sobre a tecnologia. Outro aspecto a ser ressaltado são as próprias expectativas sociais depositadas nas aplicações, que fazem emergir questões valorativas geralmente polarizadas em termos de se as tecnologias promovem mudanças socialmente valoradas como positivas ou negativas, quanto à sua produção, ao seu uso ou mesmo à referida estruturação das sociedades, considerando as relações de interação mútua entre as ciências e as técnicas. Finalmente, cabe ressaltar a questão da continuidade ou não entre a técnica antiga e a moderna, uma vez que é a partir da Modernidade (meados do século XIX em diante), que a ciência experimental contribui não apenas para a constituição do *saber-fazer*, como também para a abrangência e a disseminação das aplicações tecnológicas.

Geralmente presume-se que todos os desenvolvimentos científicos levarão eventualmente a tecnologias novas ou melhoradas, no caso de considerarmos o *modelo linear*: ciência, então, técnica. Também se supõe comumente que o desenvolvimento bem sucedido de novas tecnologias requer algum avanço ou descoberta na ciência, neste caso, invertendo a seta da prioridade: técnica, então, ciência, tal como sugere Jean-François Lyotard (1924 – 1998) como representativo da pós-modernidade (1979). Há que se ressaltar ainda que o historiador Paul Forman (2007) explicita o primado da ciência da Modernidade e da tecnociência da Pós-modernidade.

Todavia, alguns autores passaram a apontar a dificuldade de estabelecer limites precisos, que dividem a ciência e a tecnologia, uma vez que elas mantêm uma relação simbiótica, tal como um híbrido entre agentes humanos e não humanos identificado por Bruno Latour (2001), ou ainda na sua consideração da tecnociência como a ciência tal como ela é feita (1987), fazendo com que a análise não se restrinja mais à dinâmica interna das atividades científicas, mas considerando estas como coparticipes das relações sociais. Quais os limites entre as ciências e as técnicas (se é que existem), se há (ou não) a prioridade de uma sobre a outra (da ciência sobre a técnica ou vice-versa), estão entre as questões relevantes que cada contexto local precisa fazer, para que o projeto com tendências universais das tecnociências seja entendido e receba, total ou parcialmente, o endosso a partir do que parece ser a sua inevitável capilarização na estrutura social.

Essa dissolução das fronteiras entre ciência e tecnologia levou à ideia de que foram transformadas em algo novo, em uma *tecnociência*. Nas últimas décadas o termo passou a ser utilizado por filósofos e sociólogos da ciência, porém com uma variedade de significados (cf. Channell, 2017). Cabe-nos recordar que o termo *tecno-ciência* foi cunhado pelo filósofo belga Gilbert Hottois, que, desde os anos 1970, o empregava para denotar a nova relação entre a ciência e a tecnologia que emergiu durante e se consolidou após a Segunda guerra mundial. Seu objetivo filosófico era o de se contrapor ao reducionismo teórico e linguístico da filosofia

analítica (*linguistic turn*) que, segundo ele, estava desconectado da realidade científico-tecnológica e de suas implicações valorativas (metafísicas, epistêmicas, éticas, sociais, econômicas, ambientais, militares etc.) (cf. Hottois, 2006).

No entanto, é atribuído ao antropólogo e filósofo francês Bruno Latour o mérito da descrição de quais seriam as características que singularizam a tecnociência, enfatizando a ciência em ação, e considerando que esta se distinguia de uma tradição iniciada na modernidade que concebia a empresa científica em duas dimensões: a da investigação pura e desinteressada (ciência) e da aplicação prática dos sistemas teóricos produzidos por essas investigações (tecnologia). Latour destaca que não se pode mais pensar a ciência como o produto do trabalho de pessoas que, isoladamente, criam teorias (Newton, Mendel, Darwin, Copérnico, Galileu, Lavoisier, Pasteur), mas, ao contrário, como um empreendimento que requer grandes aportes financeiros e parceiros sociais, que convergem para concretizar nos laboratórios e nas indústrias os projetos de investigação que satisfazem distintos interesses estratégicos e econômicos (cf. Latour, 1987).

A polissemia do termo *tecnociência*, cuja existência em Língua Portuguesa ainda está por ser dicionarizada, dificulta a sua definição enquanto um conceito preciso, de modo que é mais comum encontrarmos descrições de algumas particularidades cognitivas, societárias ou ambientais engendradas pelos produtos da *tecnociência*. Uma primeira questão que se coloca diz respeito à origem objetiva da interdependência entre ciência e tecnologia. Naturalmente, essa questão nos leva a outra, acerca da própria definição do que é ciência e o que é tecnologia, e de como essa relação se desenvolveu ao longo da história. Também devemos tomar consciência do fato de que os conceitos e as atividades que chamamos de ciência e tecnologia passaram por mudanças significativas ao longo do tempo e que, além disso, dependem diretamente de insumos materiais, sem os quais as investigações tecnocientíficas não seriam possíveis, o que nos conecta com outras questões socialmente relevantes, como no caso das mutações climáticas vivenciadas globalmente.

A ciência e a engenharia dos materiais podem fornecer um exemplo contemporâneo de tecnociência, tecendo o elo entre as ciências naturais e a sociedade. Ao agregar atividades interdisciplinares com a confluência da física, química, mecânica, engenharia, eletricidade e eletrônica, poderíamos destacar a necessidade de baterias recarregáveis de alto rendimento para sua aplicação em outros sistemas técnicos, ao equipar veículos elétricos, *smartphones* ou drones. Ora, não se pode esquecer que para se produzir essas baterias de alta performance é imperioso o emprego de um material, o lítio (a base de células poliméricas de íons de lítio), o que torna esse metal altamente estratégico para a indústria. As reservas de lítio (Li), em sua forma salina, são escassas e estão distribuídas geograficamente de maneira desigual, de modo que seu controle e a sua exploração engendra valores não apenas cognitivos ligados ao desenvolvimento dessas baterias, como também questões sociais, políticas, econômicas e ambientais. As prospecções geológicas apontam que as maiores reservas de sais de lítio encontram-se na América do Sul, sendo o primeiro lugar ocupado pela Bolívia, no deserto de sal de Uyuni. Assim, poderemos acompanhar nos próximos anos com a devida atenção como esse material fundamental para o funcionamento desses novos dispositivos e dos sistemas tecnocientíficos que dele se utilizam será explorado e o quanto de benefícios ele trará para o povo boliviano².

Nos últimos anos, várias respostas às questões relativas à natureza da relação entre ciência e tecnologia foram apresentadas por historiadores, filósofos, economistas, sociólogos e formuladores de políticas públicas e privadas de pesquisas científicas e de inovação industrial, com diversas ênfases, sejam elas: a compreensão das relações de causalidade materiais e sociais que interagem historicamente na formação do fenômeno das *tecnociências*, na aplicação das *tecnociências* para a melhoria das condições de vida (alimentação e vacinas, com a biotecnologia), de saúde (próteses, com a investigação em engenharia de materiais),

² <https://www.nsenergybusiness.com/features/six-largest-lithium-reserves-world/>

que sumariamente prescrevem que saber é *fazer* ou ainda *refazer*, para que melhor se atenda certas necessidades ou mesmo demandas de mercado.

Porém, nem todos os autores estão de acordo com o emprego polissêmico de tecnociência, tal como nas críticas de Mario Bunge (2012) ao que ele identifica como confusão no emprego do termo, que deriva da indistinção entre ciência pura, ciência aplicada e tecnologia. Deste modo, enquanto a ciência pura seria uma investigação desinteressada, a ciência aplicada investigaria a utilidade prática do conhecimento e, finalmente, seriam as tecnologias as responsáveis pela produção de artefatos. Além disso, a ciência apresenta como característica socioeconômica o horizonte do benefício social e, por isso, conformaria um bem público, sendo a tecnologia identificada com bens apropriáveis privadamente.

Além dos autores já referidos, outros podem ser adicionados em uma listagem não exaustiva. Poderíamos destacar a análise proposta pelo matemático e filósofo espanhol Javier Echeverría, que situa a tecnociência como resultado da chamada “Big Science”, cujo exemplo mais importante é o Projeto Manhattan, ao qual podemos adicionar o projeto ENIAC, relacionado à produção de computadores, a NASA e o programa espacial, bem como o CERN europeu, que contribuiu, entre outros, para o desenvolvimento da WEB (cf. Koslowski, 2015). Segundo Echeverría, seus desdobramentos são decorrentes de uma política de Estado aplicada nos Estados Unidos aproximadamente entre 1945 em diante, orientada a partir das diretrizes do famoso relatório de Vannevar Bush (*Science, the Endless Frontier*), redigido a pedido do presidente Roosevelt. Assim, a revolução tecnocientífica a que o autor se refere, diferentemente das revoluções científicas analisadas por Thomas Kuhn (1922 - 1996), cujo exemplo mais relevante advém da astronomia, como expresso na obra “The Copernican Revolution” (1957), apresentam intenso aporte e suporte social, das instituições, entre elas, as militares (cf. Echeverría, 2003).

A bióloga e filósofa Donna Haraway, que apresenta uma abordagem feminista e usa o termo para referirem-se a um embasamento das indistincões

entre o mecânico e o orgânico, entre o artificial e o natural, entre humano e não-humano, considerando o ciborgue tanto a um híbrido de organismo e máquina, quanto a um agente político. Percebe que as máquinas se tornam perturbadoramente vivas e as pessoas assustadoramente inertes, de modo que caberia a busca de coalizões possíveis em um mundo cuja vivência é intensamente mediada por máquinas e por relações entre saber e poder (cf. Haraway, 2016 [1985]).

Para a filósofa francesa Bernadette Bensaude-Vincent, a tecnociência acarreta implicações metafísicas, epistemológicas, sociais, econômicas e no próprio *ethos* do cientista que decorrem, justamente, da dissolução da clássica divisão entre fatos experimentais, que justificavam valores cognitivos, e que, por estes motivos, as tecnociências constituem um novo regime de saber (cf. Bensaude-Vincent, 2013). Em sua análise da contemporaneidade, Bensaude-Vincent ressalta a relevância de que as pessoas, destinatários e igualmente consumidores das mais diversas aplicações, estejam atentas ao deslocamento do progresso como motor social para a convergência, na medida em que esta parece reforçar a possibilidade de endosso tácito de toda e qualquer aplicação, tenham estas as consequências sociais que tiverem, seja a melhoria da qualidade de vida para todos ou para uma minoria, considerando, assim, que a produção contínua pode esbarrar não apenas em questões éticas, como também ambientais.

Já para o filósofo australiano Hugh Lacey, essas implicações da tecnociência tornam fundamental investigações acerca do tipo de estratégia de pesquisa a ser adotada em uma determinada pesquisa científica, que pode ser descontextualizada e servir unicamente aos valores do capital e do mercado, ou contextualizada e que leva em consideração aspectos sociais e ambientais nas tomadas de decisão. Fundamentalmente, para Lacey, a ciência (e poderíamos estender o raciocínio para as técnicas e as tecnociências) não é livre de valores e, assim, investigação das práticas sociais em paralelo com as teorias científicas contribuíram para a

consideração de que o valor social que se apresenta em mais alta estima desde a modernidade é o valor do controle da natureza (cf. Lacey, 2014).

Lacey (2012) considera, assim, que parte da legitimidade das tecnociência advém da incorporação de conhecimento científico na produção de objetos, sejam físicos, químicos, biológicos. A questão está na intervenção experimental que reverbera nos sistemas sociais e ecológicos. Porém, segundo Lacey, a ciência não pode ser reduzida à tecnociência, pois esta última busca inovações, que apresentam alguns resultados, tais como: 1) a produção de instrumentos de observação e manipulação; 2) a criação de objeto que é pesquisado. Ex. aplicação médica, aplicação na agricultura; 3) o aumento da capacidade de intervenção e controle; 4) a centralidade da tecnociência, mesmo que ofuscando a investigação de outros fenômenos que a ciência poderia pesquisar e mantendo a relação de interação com o progresso tecnológico.

Contudo, também encontramos autores, como a historiadora da ciência alemã Ursula Klein, que sustentam que a tecnociência não é uma novidade contemporânea, mas que já existia, por exemplo, na Prússia do século XVIII com sua desenvolvida indústria química (cf. Klein, 2020). Ou ainda, autores como o sociólogo brasileiro Renato Dagnino, que considera que a tecnociência passa a existir em qualquer tempo e sociedade cujo conhecimento esteja voltado à produção de bens e serviços, de modo que existiam diferentes tipos tecnociência e que, embora o tipo capitalista seja hegemônico, seria desejável e mesmo inevitável construir tecnociências solidárias (cf. Dagnino, 2019).

Assim, embora não tenhamos fornecido uma definição precisa do que é a tecnociência (ou as tecnociências), é um fato contemporâneo que ela representa uma nova relação entre ciência e técnica, de que há um apagamento das fronteiras entre as duas áreas e que a tecnologia assume muitas das características da ciência, tornando por vezes difícil distinguir a história da ciência da história dos desenvolvimentos tecnológicos. No acrônimo NBIC estão condensados quatro motores das tecnociências, que se dirigem para a investigação ao mais íntimo da

matéria: nanotecnologias, biotecnologias, tecnologias da informação e ciências cognitivas. Porém, tal investigação não se dá segundo a perspectiva do naturalista ou do taxonomista quando, por exemplo, identificam uma espécie animal ou vegetal. As tecnociências, enquanto ciências experimentais, operam na fronteira entre o *conhecer* e o *fazer*, em que a pergunta sobre *o que é?* se torna *como funciona?*

Trata-se, assim, de operacionalizar a natureza via intervenção em seus processos, mesmo que a própria matéria, em especial a matéria viva, mantenha-se em movimento, em constante processo de coevolução. Percebe-se ao passo que a ontologia da ciência moderna se dirige para a investigação do ser-objeto, abstraindo determinadas características consideradas essenciais e que o distingam dos demais seres, e que as teorias buscam, por meio da universalização obter validade para todos os tempos e lugares, as tecnociências se dirigem para o horizonte de recriar a partir dos tijolos fundamentais da matéria. Com a tecnociência temos, assim, um colapso da distância fundamental entre sujeito e objeto, entre o natural e o artificial, instituída desde o início da ciência moderna no século XVII como uma ontologia de substâncias, e a emergência de uma ontologia de processo, mais preocupada com o que um objeto vai se tornar no futuro do que com o que ele é essencialmente.

Não poderíamos concluir esta apresentação sem lembrar que nossas atividades foram realizadas em um contexto de uma pandemia globalizada provocada pelo vírus SARS-CoV-2 (coronavírus causador de síndrome respiratória aguda grave – Covid-19), que desencadeou várias investigações que poderíamos classificar como tecnocientíficas. O vírus quando olhado bem de perto, tal como na recente imagem produzida na Alemanha com o uso de microscópio de íon de hélio (HIM), e que permitiu fotografar a interação do novo coronavírus por meio de uma tecnologia normalmente empregada pela nanotecnologia, ainda mobilizará a investigação sobre as diversas consequências deste complexo terreno de investigação nas sociedades. Antes desta aplicação, o Covid-19 era investigado por intermédio de células infectadas, revestidas por uma fina camada de ouro, com a

utilização de microscópios de varredura (BBC, 2021). Assim, pode-se supor que, no caso da investigação via microscópio HIM do coronavírus que deflagrou a mais recente situação de emergência de saúde, o foco de atenção treinado dos cientistas e das tecnociências convergiu para o entendimento mais preciso do processo infeccioso do vírus causador deste ainda vivenciado contexto pandêmico.

Enfim, mantendo-nos sensíveis à necessidade de adaptação ao ensino remoto emergencial que as orientações de saúde pública identificaram como imprescindíveis ao contexto da pandemia Covid-19, professores e estudantes hibridizaram-se com as máquinas, sem perder de vista a conexão com um profundo sentimento de empatia e de responsabilidade social. Neste particular, ressaltamos, a modo de consideração final, que tanto na investigação científica realizada pelos estudos do vírus Covid-19, quanto na adaptação às tecnologias de informação e de comunicação, tratamos, mesmo que inadvertidamente, das *tecnociências*.

* * *

Referências

BENSAUDE-VINCENT, Bernadette. **As vertigens da tecnociência. Moldar o mundo átomo por átomo.** Tradução de José Luiz Cazarotto. São Paulo: Ideias & Letras, 2013.

BBC 2021. **Microscópio fotografa pela 1ª vez a interação no novo coronavírus com células.** Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/microscopio-fotografa-pela-1-vez-a-interacao-do-novo-coronavirus-com-celulas/>. Acesso em: 11/2021.

BUNGE, Mario. Tecnología, ciencia y filosofía. In: *Filosofía de la tecnología y otros ensayos*. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Inca Garcilaso de la Veja, 2012.

CHANNELL, David, F. *A History of Technoscience. Erasing the Boundaries between Science and Technology*. London/New York: Routledge, 2017.

CUPANI, Alberto. **Filosofia da tecnologia: um convite**. 3 ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2017.

DAGNINO, Renato. **Tecnociência Solidária, um manual estratégico**. Marília: Lutas Anticapital, 2019.

ECHEVERRÍA, Javier. **La revolución tecnocientífica**. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica, 2003.

FORMAN, Paul. The Primacy of Science in Modernity, of Technology in Postmodernity and of Ideology in the History of Technology. ***History and Technology***, 2007, 23 (1-2), p. 1 – 157.

HARAWAY, Donna, J. Cyborg Manifesto. Science, Technology, and Socialist-Feminism in the late Twentieth Century. In: ***Manifestly Haraway***. Minneapolis/London: University of Minnesota Press, p. 5-95, 2016.

HOTTOIS, Gilbert. La technoscience: de l'origine du mot à ses usages actuels. ***Association de Recherche en Soins Infirmiers***, 36, 2006, p. 24-32.

KLEIN, Ursula. ***Technoscience in History. Prussia, 1750-1850***. Cambridge/Massachusetts: The MIT Press, 2020.

KOSLOWSKY, Adilson. É o conceito de tecnociência confuso? ***Philosophos***. Goiânia, v. 20, n. 1, p. 11 – 36, 2015.

KUHN, Thomas (1957). ***The Copernican Revolution: planetary astronomy in the development of western thought***. Harvard: Harvard University Press, 1992.

LACEY, Hugh. Reflection on science and technoscience. ***Scientiae Studia***. São Paulo. v.10, Special Issue, p. 103 - 128, 2012.

_____. Tecnociência comercialmente orientada ou investigação multiestratégica. ***Scientiae Studia***, 12 (4), 2014, p. 669-695.

LATOUR, Bruno. ***Science en Action***. Paris: La Découverte, 1987.

_____. ***L'Espoir de Pandore***. Paris : La Découverte, 2001.

LYOTARD, Jean-François. ***La Condition Postmoderne***. Rapport sur Le Savoir. Paris: Minuit, 1979.

Para saber mais – NECTeC/UFPR: Núcleo de Estudos da Cultura Técnica e Científica: <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/214768>