

O DESIGN DE TECNOLOGIAS ENERGÉTICAS COMO UM PROJETO SENSÍVEL A VALORES

The design of energy technologies as a value-sensitive project

Gilmar Evandro Szczepanik

Universidade Estadual do Centro-Oeste

Guarapuava, PR, Brasil

gilmarevandro@unicentro.br

<https://orcid.org/0000-0002-5236-1209> 

A lista completa com informações dos autores está no final do artigo ●

Resumo: Este artigo investiga os fundamentos filosóficos do design tecnológico no contexto da transição energética. Argumenta-se que a energia constitui um inevitável problema tecnológico da modernidade. No entanto, mais que um desafio técnico, este imperativo configura-se como um problema filosófico complexo, demandando reflexão crítica sobre seus fins e valores subjacentes. Diante da inevitável necessidade da ampliação e da diversificação da matriz energética, a questão central desloca-se do “como” técnico para o “porquê” e o “para quê” ético e sociotécnico. A análise demonstra que a concepção, a implementação e o descarte de tecnologias energéticas são práticas sociotécnicas saturadas de valores, que materializam visões de mundo, projetos de sociedade e hierarquias de poder. Conclui-se que a transição energética não pode ser orientada exclusivamente por critérios técnico-econômicos, sob pena de reproduzir assimetrias e externalidades negativas. Propõe-se, como alternativa, a construção de um quadro normativo pluridimensional — sensível a valores éticos, ambientais e culturais — e a adoção de uma abordagem capaz de articular tensionamentos valorativos. Defende-se, por fim, que o desenvolvimento energético deve orientar-se pelo princípio da sabedoria prática, entendido aqui como um critério normativo que exige a deliberação prudencial entre múltiplos valores em conflito, articulando dimensões técnicas, éticas, ambientais e sociais na tomada de decisão sociotécnica. Esse princípio não se reduz a um conjunto fixo de regras, mas opera como uma competência reflexiva capaz de avaliar contextos concretos e orientar escolhas responsáveis no design tecnológico.

Palavras-chave: filosofia da tecnologia; transição energética; design sensível a valor; design sociotécnico.

Abstract: This article investigates the philosophical foundations of technological design in the context of the energy transition. It argues that energy constitutes an unavoidable technological problem of modernity. However, beyond a technical challenge, this imperative presents itself as a complex philosophical problem, demanding critical reflection on its underlying ends and values. Given the inevitability of the expansion and diversification of the energy matrix, the central question



shifts from the technical “how” to the ethical and sociotechnical “why” and “for what purpose.” The analysis demonstrates that the conception, implementation, and disposal of energy technologies are sociotechnical practices saturated with values, materializing worldviews, societal projects, and hierarchies of power. It is concluded that the energy transition cannot be guided exclusively by techno-economic criteria, at the risk of reproducing asymmetries and negative externalities. As an alternative, the article proposes the construction of a multidimensional normative framework—sensitive to ethical, environmental, and cultural values—and the adoption of an approach capable of articulating value-based tensions. Finally, it is argued that energy development should be guided by the principle of practical wisdom, understood here as a normative planning that requires prudential deliberation among multiple conflicting values, articulating technical, ethical, environmental, and social dimensions in socio-technical decision-making. This principle is not reduced to a fixed set of rules but operates as a reflective competence capable of evaluating concrete contexts and guiding responsible choices in technological design.

Keywords: philosophy of technology; energy transition; value-sensitive design; sociotechnical design.

Introdução

O debate sobre a questão energética se tornou inevitável para a contemporaneidade e pode ser pensada de diferentes formas. Hermann Scheer (2012), por exemplo, na obra *The energy imperative: 100 percent renewable now* defende que a questão da transição para energias renováveis se coloca como um imperativo moral do nosso tempo, e precisamos encontrar formas de atendê-lo. Entretanto, o aspecto imperativo da tecnologia não fica restrito apenas ao campo ético e moral, mas se estende também para outras áreas do conhecimento.

Economistas como Stern (2011) e Smil (2017, 2022) argumentam que é possível estabelecer várias relações intrínsecas entre o crescimento econômico e o aumento da demanda por energia. Smil, por exemplo, parte do pressuposto de que a energia pode ser um elemento básico do desenvolvimento de qualquer civilização, pois a história dos povos é construída e contada a partir de suas relações com os modelos energéticos disponíveis em cada momento histórico¹.

Tais pensadores afirmam que, para que diferentes tribos e povos pudessem prosperar, foi necessário desenvolver formas de produzir e administrar seus sistemas energéticos, fossem eles simples ou sofisticados. Eles complementam que as habilidades no manuseio das fontes energéticas certamente ajudam a explicar a ascensão, o declínio ou a estagnação de uma determinada civilização.

¹ Tal posição nos faz lembrar dos diferentes estágios do desenvolvimento técnico apresentados por Mumford e denominados de “eotécnica” que empregava o uso da água, dos ventos e da madeira, aproximadamente entre os anos 1000 e 1750; de “paleotécnica” que utilizava o carvão e ferro entre 1750 e o final do século XIX e de “neotécnica” o período posterior marcado pelo uso da eletricidade e de novos elementos metálicos.

Sociólogos, por sua vez, como Sovacool (2011, 2013), Pachauri e Nakicenovic (2004) e Geels e Schot (2007) - embora tenham suas particularidades e especificidades - tendem a considerar que as questões que envolvem energia e/ou transição energética não dizem respeito exclusivamente aos elementos de natureza técnica/instrumental como por exemplo, linhas de transmissão, transformadores, parques energéticos, mas compreendem complexos sistemas sociotécnicos que, por sua vez, estão profundamente relacionados a uma pluralidade de instituições e encontram-se sujeitos aos mais variados tipos de regulamentações e interferências de aspectos sociais, culturais, econômicos e ideológicos. Assim, discutir o imperativo energético na contemporaneidade traz consigo a obrigação de considerar uma pluralidade de pressupostos políticos, sociais, culturais e ambientais. Em outras palavras, o sistema energético sociotécnico que se impõem não é apenas técnico, mas é um resultado de uma pluralidade de iniciativas.

Além disso, há gradativamente um aumento significativo de filósofos que têm se interessado por essa temática. Autores como Winner (1980), Feenberg, (1999, 2010) e Fridman e Hendry (2019) compartilham o pressuposto de que a tecnologia não é adequadamente descrita quando é concebida como uma atividade neutra ou orientada exclusivamente por elementos técnicos como a eficácia e a eficiência. Assim, tais pensadores tendem a conceber que a tecnologia é um processo complexo e que está diretamente vinculada a uma arena política, na qual vários elementos precisam ser levados em consideração para que um determinado projeto possa vir a ser implementado. Isso implica em considerar que a tecnologia não deve ser concebida como uma atividade autônoma e determinista, pois ela é sempre fruto de um processo deliberativo e carrega *em-si* a possibilidade de ser compreendida e apresentada de um modo diverso e plural. Em outras palavras, *a priori*, não deveriam existir limitações ou impeditivos para que os projetos, os artefatos, os dispositivos ou os sistemas sociotécnicos fossem idealizados, concebidos, elaborados e executados de formas diferentes. Tudo aquilo que nos cerca é resultado de um complexo jogo de interesses que foram e são implementados através da tecnologia. Sustentamos aqui que a tecnologia pode ser pensada e estruturada de diferentes modos, incorporando uma pluralidade de interesses e de valores (sejam eles técnicos ou não-técnicos) defendidos por pessoas envolvidas e/ou impactadas tanto direta quanto indiretamente nos projetos.

Em linhas gerais, vivenciamos um imperativo técnico energético, pois necessariamente precisamos pensar sobre ele, tentando encontrar alternativas. Inevitavelmente, precisamos de energia para tudo. Desse modo, no restante do texto

sustentamos que a tecnologia não é neutra e pode incorporar outros valores além dos pré-requisitos técnicos e é justamente na fase do design tecnológico que existe uma brecha, um espaço fértil e propício para a inclusão de uma pluralidade de valores. Nas páginas seguintes procuramos esclarecer como a inclusão dos valores no processo do design tecnológico energético abre um importante leque de questões que nos ajudam a traçar alternativas para um futuro cada vez melhor.

Da neutralidade à sensibilidade ao valor

A perspectiva de que os artefatos tecnológicos são meros instrumentos e encontram-se à disposição dos humanos faz parte da tradição filosófica. Contudo, a neutralidade dos artefatos tecnológicos tornou-se um conceito problemático, sobretudo no contexto das tecnologias energéticas, pois estas não apenas desempenham funções técnicas, mas também moldam práticas sociais, políticas e ambientais, sendo que muitos de seus efeitos podem se estender e impactar até mesmo as futuras gerações. A ideia de que a tecnologia é um instrumento neutro, um simples meio para um fim, é uma herança da modernidade que tem sido minada por abordagens críticas contemporâneas.² No campo energético, essa suposta neutralidade não só se revela hoje insustentável como também se apresenta como perigosa, pois mascara os profundos impactos sociotécnicos desses sistemas.

Entretanto, o ponto de partida da tese da neutralidade da tecnologia consiste em sustentar que os artefatos técnicos são incapazes de incorporar valores, especialmente aqueles de natureza ética, política e moral. O defensor mais enfático³ dessa abordagem é Joseff Pitt (2014) que parte do princípio de que somente os seres humanos são capazes de ter, possuir ou sustentar valores. Isso acontece justamente devido a própria natureza dos valores que, segundo ele, demonstram ser incompatíveis com os artefatos e os dispositivos tecnológicos, pois teoricamente os artefatos técnicos não foram concebidos para serem bons ou maus, mas para desempenharem de modo adequado e eficiente uma determinada funcionalidade. Desse modo, a funcionalidade inicialmente idealizada e projetada aos artefatos e dispositivos não carrega *em-si* uma relação intrínseca com a moralidade, não sendo possível vincular valores como bom ou justo às ações realizadas

² A ideia de que a tecnologia é um instrumento neutro [...] tem sido minada por abordagens críticas contemporâneas como a teoria crítica da tecnologia (Feenberg, 1999; 2010), a filosofia política dos artefatos (Winner, 1980) e as abordagens pós-fenomenológicas (Verbeek, 2011), que evidenciam o caráter mediador e normativamente carregado das tecnologias.

³ Autores como Peterson, M., & Spahn, A. (2011) e Fray (2018) também sustentam uma posição semelhante em relação à neutralidade dos artefatos técnicos.



por máquinas.

Outra dificuldade apontada por Pitt nas tentativas de estabelecer uma relação entre tecnologia e valor está diretamente relacionada à imprecisão e à polissemia do termo “valor”. Tal termo, argumenta o autor, não possuiu uma definição rigorosa e consensual entre os estudiosos das mais diversas tradições filosóficas e continua sendo empregado de diferentes modos para designar coisas muito distintas. Isso permite pressupor que exista uma infinidade de valores que podem estar envolvidos na criação dos artefatos, tornando praticamente impossível identificar quais valores podem exercer alguma influência ou até mesmo qual influência eles são capazes de ter no decorrer do processo. Assim, a incapacidade de identificar clara e objetivamente um valor e sua influência no processo de concepção, criação, desenvolvimento e uso de um artefato tecnológico seria, no mínimo, um bom indício dos problemas em querer associar valor aos dispositivos tecnológicos, argumenta o autor já mencionado.

Contudo, essa dificuldade conceitual não invalida a análise, mas aponta para a necessidade de maior precisão. Nesse sentido, é possível distinguir entre diferentes tipos de valores no design tecnológico: valores funcionais (como eficiência e eficácia), valores instrumentais (como confiabilidade) e valores morais (como justiça e equidade). Tal distinção permite compreender que o campo tecnológico nunca esteve isento de valores — apenas privilegiou historicamente certos tipos em detrimento de outros.

No entanto, quando pensamos no design de tecnologias energéticas — como a opção entre expandir usinas de carvão ou investir em energias renováveis distribuídas — a posição de Pitt mostra-se limitada, pois ignora como decisões de design incorporam valores como sustentabilidade, equidade e justiça intergeracional. Langdon Winner (1980), por exemplo, sugere que artefatos podem expressar política, como no caso dos projetos urbanísticos de Robert Moses. Esse raciocínio pode ser estendido às infraestruturas energéticas, cujos desenhos não apenas fornecem energia, mas também definem quem terá acesso, quem suportará os custos sociais e ambientais e quais comunidades serão beneficiadas ou excluídas. Além disso, pode-se especular sobre a finalidade dos usos de tal energia, ou seja, se ela está voltada para o bem-estar de uma determinada comunidade ou se ela será destinada a uma grande empresa que até poderá tocar sua planta com energia verde, mas gerar resíduos altamente poluentes.

Contemporaneamente, várias abordagens procuram explorar a relação entre design e valor. Evidenciaremos as contribuições fornecidas pelo programa Design Sensível a Valor (*Value Sensitive Design* [VSD]), formuladas por Friedman, mas é fundamental observar que

há outras abordagens como *i*) Design para Valores (*Design for Values*), dirigida especialmente por Hoven (2007) e Hoven, Vermaas e Poel (2015); *ii*) o Design ético (*Ethical Design*), desenvolvido por Floridi e Cowls (2019) e Middelveen e de Poel (2021); *iii*) a Inovação responsável (*Responsible Innovation*) sustentada por Owen, Bessant e Heintz (2013); *iv*) o Design participativo (*Participatory Design*) apresentado por Schuler, Namioka (1993); o *v*) Design intencional (*Intentional Design*) explorado por Verbeek (2011) entre outras ramificações não contempladas aqui. De um modo geral, todas essas abordagens sustentam que o processo de design deve considerar explicitamente valores humanos como sustentabilidade, justiça, equidade ou democracia, reconhecendo que projetistas e instituições assumem responsabilidade moral pelas consequências das tecnologias. Além disso, muitas dessas correntes enfatizam a importância da participação de múltiplos *stakeholders*, de modo a tornar o design não apenas uma prática técnica, mas também normativa, orientada para a construção de futuros desejáveis.

Assim, se aceitarmos que as tecnologias moldam práticas morais e sociais, então o design de tecnologias energéticas não pode ser visto como uma mera ferramenta. Ele constitui, antes, um espaço decisivo onde se negociam valores fundamentais do nosso tempo — sustentabilidade ambiental, justiça social e responsabilidade intergeracional. O debate desloca-se, portanto, da neutralidade para a sensibilidade ao valor, mostrando que cada escolha de design energético é também uma escolha moral sobre o futuro que desejamos construir.

No entanto, é preciso esclarecer um ponto conceitual importante: afirmar que tecnologias moldam práticas sociais não implica, automaticamente, que elas possuam valores intrínsecos. O argumento defendido aqui é mais sutil. Não se trata de atribuir agência moral plena aos artefatos, mas de reconhecer que decisões humanas incorporadas no design tecnológico estabilizam e materializam certas orientações normativas. Assim, os valores não residem nos artefatos como propriedades metafísicas, mas são inscritos nas estruturas sociotécnicas por meio de escolhas deliberativas.

Desse modo, o design tecnológico deve ser compreendido como uma mediação normativa: ele não cria valores *ex nihilo*, mas seleciona, organiza e sedimenta valores em configurações técnicas que passam a influenciar práticas sociais.

O programa *design sensível a valor* e suas características

Antes de descrevermos as principais características do programa Design sensível a valor, precisamos ressaltar que o mesmo nasce em um contexto muito específico. Davis e



Nathan (2015, p. 11-12) salientam que a terminologia *Design sensível a valor* inicialmente abarcava uma pluralidade de abordagens que tinha como intuito compreender as interações estabelecidas entre homem-computador. Tratava-se, portanto, de um termo genérico que ainda não havia sido suficientemente definido e, portanto, não conseguia especificar adequadamente sua referência. A proposta inicial do estudo entre *design* e valores emerge a partir de contexto muito específico da informática – um ramo tecnológico inovador e revolucionário para o período – que desde a sua gênese, suscitava uma enorme preocupação, devido às incertezas dos elementos que poderiam/deveriam ser incorporados nas máquinas (computadores) que estavam sendo criadas e desenvolvidas na época.

Desse modo, proliferaram diversas tentativas de compreender a relação entre valores e a nova tecnologia emergente, embora todas elas estivessem ligadas ao desejo de explorar a interação homem-computador. Nesse sentido, o respectivo programa não nasce com o propósito de lidar com questões relacionadas ao imperativo energético. Tal aproximação é nós que estamos propondo por considerarmos que o arcabouço teórico-conceitual do programa pode ser útil para pensarmos criticamente elementos relacionados à energia.

Com o intuito de descrever e de sintetizar a natureza do programa *Design sensível a valor*, Friedman, Kahn e Borning (2002, p. 2) apresentam sete características que são fundamentais para podermos compreender adequadamente o propósito do respectivo programa. A cada uma dessas características, acrescentamos possíveis contribuições ao debate energético. Para eles, i) o “*Design Sensível a Valor* procura ser proativo, isto é, busca influenciar o *design* da tecnologia no início e durante todo o processo de *design*”. Tal característica mostra-se especialmente relevante quando aplicada ao design de tecnologias energéticas, dado que a transição para fontes renováveis envolve decisões complexas com repercussões técnicas, sociais, ambientais e éticas. Embora ainda não se tenha clareza de qual seja a real intensidade da influência e de quais valores efetivamente sejam capazes de instigar alguma ação, os valores se fazem presentes no processo de *design* e ignorá-los implicaria em fechar os olhos e abdicar da compreensão adequada dos elementos característicos de um sistema sociotécnico.

Ademais, ii) “o *Design sensível a valor* amplia a arena em que os valores surgem para incluir não apenas o local de trabalho, estendendo também para a educação, o lar, o comércio, as comunidades *on-line* e a vida pública” afirmam Friedman, Kahn e Borning (2002, p. 3). Em outras palavras, o respectivo programa amplia a abrangência do campo valorativo para além da estrutura diretamente associada ao processo de criação e uso dos

artefatos e dos dispositivos tecnológicos. Essa característica revela-se particularmente interessante ao design de tecnologias energéticas, uma vez que a produção, distribuição e consumo de energia atravessam múltiplos domínios sociais, perpassando desde o cotidiano privativo e doméstico até a organização da vida pública. Tal programa extrapola a esfera tecnicista que permeia o processo de concepção e de desenvolvimento de novos artefatos e dispositivos. Entendida dessa forma, se a tecnologia tem a capacidade de mediar e interferir nas relações humanas e na própria sociedade, ela precisa ser compreendida também a partir dessas relações. Assim, onde a tecnologia se fizer presente, aí também estará um conjunto de valores.

Assim, iii) “o *Design sensível a valor* estende o âmbito dos valores humanos para além da cooperação e da participação e da democracia (design participativo) para incluir todos os valores, especialmente aqueles com importância moral” dizem Friedman, Kahn e Borning (2002, p. 3). Tal perspectiva é interessante porque possibilita a criação de soluções de *design* que sejam múltiplas e diversas, rompendo, conseqüentemente, com uma postura determinista segundo a qual há apenas uma única forma de se solucionar um determinado problema. O surgimento de propostas mais inclusivas, singulares e adaptadas às necessidades e às preocupações de diferentes grupos de pessoas tornam a tecnologia mais versátil e dinâmica. Ao incorporar valores com importância moral, o design pode abordar questões éticas e sociais de maneira mais eficaz, realizando produtos, processos, sistemas e serviços que além de atender as necessidades funcionais também sejam capazes de promover um impacto positivo na sociedade. Essa abordagem holística garante, a princípio, que o design não apenas funcione bem, mas também faça o bem, refletindo e respeitando a diversidade e a complexidade dos valores humanos. Desse modo, nos parece que a posição trazida pelo *design sensível a valor* ajudaria fornecer projetos culturalmente adaptados e socialmente robustos, pois não atuariam como sistemas impositivos, pois são resultado de um debate que acolhe os anseios e os desejos da comunidade.

Dada essa perspectiva, Friedman, Kahn e Borning (2002, p. 3) argumentam que iv) “*design sensível a valor* contribui para uma metodologia integrativa que envolve investigações conceituais, empíricas e técnicas”, isto é, contempla uma metodologia que envolve não apenas a teoria e os princípios teóricos (investigações conceituais), mas contempla também as necessidades reais dos usuários (investigações empíricas) e as soluções práticas e técnicas (investigações técnicas). Essa combinação cria uma metodologia integrativa que visa atender de forma abrangente os valores e necessidades



envolvidos. No contexto do design energético, essa tríade metodológica não é apenas uma opção, mas uma necessidade crítica para desenvolver sistemas que sejam simultaneamente justos, desejáveis e funcionais. No design energético, ela é o instrumento que permite operacionalizar a ética, transformando valores abstratos em características concretas de sistemas tecnológicos, garantindo que a energia que projetamos para o futuro seja portadora não apenas de *watts*, mas também de justiça, dignidade e cuidado.

O v) quinto aspecto é assim apresentado por Friedman, Kahn e Borning:

O design sensível a valor é uma teoria interacional: os valores não são vistos nem como inscritos na tecnologia (uma teoria endógena), nem como simplesmente transmitidos por forças sociais (uma teoria exógena). Em vez disso, as pessoas e os sistemas sociais afetam o desenvolvimento tecnológico, e as novas tecnologias moldam (mas não determinam rigidamente) o comportamento individual e os sistemas sociais (Friedman; Kahn; Borning, 2002, p. 3).

Nesse aspecto *design sensível a valor* evita o monismo valorativo (segundo o qual apenas uma classe de valores é aceita ou contemplada no processo tecnológico) e também o determinismo valorativo (posição segundo a qual os valores não-técnicos não exercem nenhuma influência ou interferência no processo tecnológico), pois reconhece que tanto a tecnologia quanto os valores são moldados e moldadores, permitindo uma abordagem mais flexível e responsiva ao design. Nesse sentido, pode existir um processo de retroalimentação no qual os valores humanos têm a potencialidade de influenciar as novas tecnologias assim como as próprias tecnologias têm a capacidade de intervir e alterar alguns valores, como de fato parece ser o caso. Esse modelo é especialmente útil em um mundo onde as tecnologias estão em rápida evolução e os valores sociais estão constantemente em transformação. Assim, a natureza interacional do VSD fornece a estrutura teórica e prática necessária para navegar a complexidade inerente ao design de sistemas energéticos. Ela posiciona o designer como um agente crucial na mediação entre o técnico e o social, capacitando-o a criar não apenas sistemas que funcionem, mas ecologias tecnológicas que ativamente moldem um futuro energético mais justo, inclusivo e alinhado com os valores humanos em constante evolução.

O vi) elemento pressupõe que “*design sensível a valor* se baseia na epistemologia moral para oferecer uma abordagem de princípios ao design que sustenta que certos valores (como aqueles que dizem respeito ao bem-estar humano, direitos e justiça) têm posição moral independentemente de uma determinada pessoa ou grupo defender tais valores” afirmam Friedman, Kahn e Borning (2002, p. 3) Assim, se assume que esses



valores são vistos como objetivos e fundamentais por si mesmos, independentemente das opiniões ou defesas de pessoas ou grupos específicos. Isso significa que esses valores são considerados intrinsecamente valiosos e não dependem do apoio ou da aceitação de qualquer grupo particular. Em síntese, este sexto elemento transforma o designer em um agente moral, responsável por materializar valores universais da tecnologia. No design energético, isso significa que cada decisão – da escolha da fonte à modelagem da tarifa, da arquitetura da rede à interface do usuário – pode e deve ser informada pelo compromisso inegociável com o bem-estar humano, a justiça e os direitos fundamentais. Essa é a essência de uma transição energética que é verdadeiramente sustentável em todas as suas dimensões.

Todavia, essa formulação não deve ser interpretada de modo forte, como se o designer fosse um agente moral isolado ou soberano. Antes, trata-se de reconhecer que o design é uma prática situada, na qual decisões técnicas têm implicações normativas. O designer, nesse contexto, atua como mediador entre diferentes valores em disputa, e não como seu fundamento último.

Por fim, vii) “o *design sensível a valor* sustenta que certos valores são universalmente defendidos, embora a forma como tais valores atuam em uma determinada cultura em um determinado momento possa variar consideravelmente” (idem). Desse modo, isso significa que o design é orientado por valores éticos amplamente reconhecidos, como o bem-estar humano, direitos e justiça, e não apenas por interesses ou tendências momentâneas. A abordagem busca garantir que as soluções de design promovam esses valores de forma consistente e objetiva. Em conclusão, este princípio do VSD capacita os designers a serem arquitetos de um futuro eticamente orientado. No design energético, ele garante que a transição para fontes limpas não seja apenas uma mudança tecnológica, mas uma evolução social guiada por valores perenes. Ele assegura que a energia que projetamos seja portadora não apenas de eficiência, mas de equidade, respeito e dignidade para todos os povos, em toda a sua maravilhosa diversidade.

Em linhas gerais, consideramos que a abordagem do *design sensível a valor* traz contribuições genuínas e amplia significativamente o debate sobre o papel e a importância dos valores na atividade tecnológica. A próxima seção visa investigar se os valores, concebidos a partir da abordagem do *design sensível a valor*, têm a capacidade de ajudar a orientar e/ou apontar os rumos do progresso tecnológico como também se é possível agregar valores à tecnologia, tornando-a cada vez mais robusta.

À luz dessas considerações, propomos explicitar o princípio da sabedoria prática



como eixo normativo deste trabalho. Inspirado na noção aristotélica de *phrónesis*, o princípio da sabedoria prática pode ser definido como a capacidade de deliberar prudentemente diante de situações concretas, nas quais múltiplos valores entram em tensão, exigindo decisões contextualizadas e responsáveis. Aplicado ao design de tecnologias energéticas, o princípio da sabedoria prática implica três exigências fundamentais: (i) reconhecer a pluralidade de valores envolvidos (técnicos, sociais, ambientais e éticos); (ii) evitar reducionismos tecnocráticos ou economicistas; e (iii) orientar decisões a partir de uma avaliação prudencial das consequências sociotécnicas.

Nesse sentido, o design sensível a valor pode ser interpretado como uma operacionalização metodológica do princípio da sabedoria prática, oferecendo instrumentos concretos para incorporar a deliberação ética no processo tecnológico.

A transição energética e o design

Como afirmam Mok e Hyysalo (2018), a natureza prospectiva do design, com sua capacidade única de visualizar e antecipar bens e serviços futuros, confere-lhe um potencial transformador sobre os padrões de produção e consumo. No entanto, diante da complexidade dos problemas globais – com a crise climática e a necessária transição energética no centro –, evidencia-se uma lacuna crítica: a capacidade do design de gerar protótipos inovadores é, isoladamente, insuficiente para catalisar mudanças profundas em sistemas sociotécnicos consolidados. A história recente está repleta de exemplos de soluções revolucionárias apresentadas em feiras e exposições que não lograram promover uma transformação tecnológica significativa e amplamente distribuída. Trata-se de invenções audaciosas que não foram popularizadas ou sequer chegaram a sair da fase experimental. Este paradoxo – entre a abundância de inovação e a escassez de transformação sistêmica – exige que transcendamos a noção de "fazer um design melhor" e adotemos uma lente crítica que interrogue: que valores e agendas políticas estão sendo materializados pelo design? Nesta seção, utilizaremos a estrutura do design sensível a valor para explorar as possibilidades e ambiguidades inerentes às propostas de design para a transição energética, argumentando que toda decisão tecnológica é, em última instância, uma decisão ética e política, argumentando que tais instrumentos podem ser compreendidos como aplicações concretas do princípio da sabedoria prática, na medida em que permitem articular, de forma sistemática, a deliberação entre valores em contextos sociotécnicos complexos.

O design sensível a valor oferece a estrutura metodológica para operacionalizar esta



investigação. Desenvolvido por Batya Friedman, o design sensível a valor propõe que os valores humanos devem ser integrados de forma proativa no processo de design, sendo tratados como requisitos fundamentais, e não como reflexões tardias. Sua aplicação ocorre através de três investigações interligadas – chamada por ela de metodologia triparti –, que buscaremos aproximar ao contexto energético.

A primeira fase diz respeito a investigação conceitual, na qual é possível incluir questões básicas relacionadas ao conceito de justiça, (quer seja ela distributiva – para averiguar e garantir a equidade na distribuição dos benefícios e dos ônus de terminados projetos; quer seja ela processual, capaz de envolver o maior número possível de agentes e atores no processo decisório, independentemente desses possuírem conhecimentos técnicos ou não; quer seja justiça de reconhecimento, que envolve necessariamente a cultura e os modos de vida das populações afetadas). É na fase conceitual que precisa ser claramente estabelecido o entendimento de sustentabilidade, pois este pode ser considerado em um sentido mais restrito, significando apenas a redução de poluentes ou ser considerado em um sentido mais amplo, que envolva, por exemplo, a saúde dos ecossistemas, o bem-estar animal e até mesmo as futuras gerações.

A segunda fase pressupõe uma investigação empírica. Como apontam autores como de Wildt, de Poel e Chappin (2021) e Heffernan (2021), é vital investigar empiricamente o ciclo de vida completo das tecnologias tidas como exemplares. Turbinas eólicas e painéis solares são emblemáticos desse paradoxo. Embora operacionalmente “limpas”, suas cadeias de produção globais frequentemente dependem da extração de terras raras – um processo notório por sua devastação ambiental, contaminação de solos e água, e frequentemente por condições laborais exploratórias e violações de direitos humanos.

A pergunta crucial, portanto, não é mais se a tecnologia é renovável, mas que tipo de renovabilidade estamos projetando? Um sistema que é “verde” apenas no ponto de vista do consumo final, mas sujo, injusto e opaco em sua cadeia de valor? Ou um sistema que aspira a uma sustentabilidade integral e justa, desde a mineração até o descarte? A investigação empírica do VSD obriga-nos a dar voz a todos os stakeholders afetados – não apenas aos investidores e consumidores finais, mas também às comunidades impactadas pela mineração, aos trabalhadores das linhas de montagem e às gerações futuras que herdarão o legado ambiental dessas escolhas.

Finalmente, a terceira fase da investigação técnica do VSD pergunta: como podemos (re)projetar os sistemas técnicos para melhor suportar os valores identificados? Isso vai além da otimização da eficiência. Envolve, por exemplo, projetar *microgrids* e sistemas de



energia comunitária que materializem o valor da autonomia local e da democracia energética, em contraposição ao modelo centralizado de perfis monopolistas. Além disso, envolve priorizar a pesquisa em materiais alternativos que não dependam de terras raras, e projetar turbinas e painéis para desmontagem fácil, remanufatura e reciclagem completa, materializando o valor da responsabilidade prolongada do produtor e da resiliência ecológica.

Considerações finais

A transição energética é inevitável, mas a sua forma final não é. Ela será o resultado de inúmeras decisões de design que, conscientemente ou não, materializarão valores específicos. A escolha não é entre tecnologia e não-tecnologia, mas entre diferentes futuros sociotécnicos possíveis. A estrutura do *design sensível a valor* fornece, ao nosso ver, os instrumentos necessários para navegar esta complexidade, transformando debates éticos abstratos em critérios de projeto concretos.

Como tal, a investigação futura neste campo deve ser intrinsecamente interdisciplinar e deliberativa, unindo engenheiros, designers, filósofos, cientistas sociais e, crucialmente, as comunidades afetadas. Só através desta ampla colaboração poderemos garantir que os sistemas energéticos do futuro sejam projetados não apenas para serem eficientes e “verdes” em uma métrica reduzida, mas para serem verdadeiramente justos, democráticos e sustentáveis em toda a profundidade de seu significado.

Portanto, o desafio não é meramente técnico; é, sobretudo, um desafio de projetar com sabedoria prática. Ou seja, trata-se de desenvolver tecnologias que não apenas funcionem adequadamente, mas que sejam fruto de deliberações prudentes, capazes de integrar inovação técnica e responsabilidade ética em contextos concretos e contingentes.

Referências

DAVIS, J.; NATHAN, L. P. Value sensitive design: applications, adaptations, and critiques. *In*: HOVEN, J. van de; VERMAAS, P. E.; POEL, I. van de (eds.). **Handbook of ethics and values in technological design**: sources, theory, values and application domains. Springer, 2015.

DE WILDT, Tessa; VAN DE POEL, Ibo; CHAPPIN, Emile. Tracking long-term value change in energy technologies. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 167, 2021.

FEENBERG, Andrew. **Between reason and experience**: essays in technology and modernity. Cambridge, MA: MIT Press, 2010.



- FEENBERG, Andrew. **Questioning technology**. Londres: Routledge, 1999.
- FLORIDI, Luciano; COWLS, Josh. A unified framework of five principles for AI in society. **Harvard Data Science Review**, v. 1, n. 1, 2019.
- FRAY, H. **Hello world: how to be human in the age of the machine**. New York: Random House, 2018.
- FRIEDMAN, B.; KAHN, P. H. JR.; BORNING, A. **Value sensitive design: theory and methods**. UW CSE Technical Report, 2002.
- FRIEDMAN, Batya; HENDRY, David G. **Value sensitive design: shaping technology with moral imagination**. Cambridge, MA: MIT Press, 2019.
- GEELS, Frank W.; SCHOT, Johan. Typology of sociotechnical transition pathways. **Research Policy**, v. 36, n. 3, p. 399–417, 2007.
- HEFFERNAN, Eoin *et al.* The social impacts of the energy transition. **Energy Research & Social Science**, v. 80, 2021.
- MIDDELVEEN, Adriaan; VAN DE POEL, Ibo. Ethics by design: a conceptual approach. **Philosophy & Technology**, v. 34, n. 4, p. 1097–1122, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13347-021-00453-1>.
- MOK, Luisa; HYYSAALO, Sampsa. Designing for energy transition through value sensitive design. **Design Studies**, v. 54, p. 162–183, jan. 2018. DOI: 10.1016/j.destud.2017.09.006.
- MUMFORD, Lewis. **Technics and civilization**. New York: Harcourt, Brace and Company, 1934.
- OWEN, Richard; BESSANT, John; HEINTZ, Maggy (Ed.). **Responsible innovation**. Chichester: Wiley, 2013.
- PACHAURI, Shonali; NAKICENOVIC, Nebojsa. Rethinking development and energy security: towards inclusive energy pathways. **Energy Policy**, v. 32, n. 2, p. 165-176, 2004.
- PETERSON, M.; SPAHN, A. Can technological artefacts be moral agents? **Science and Engineering Ethics**, v. 17, n. 3, p. 411–424, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11948-010-9241-3>.
- PITT, J. C. Guns don't kill, people kill: values in and/or around technologies. *In*: KROES, P.; VERBEEK, P. P. (eds.). **The moral status of technical artefacts**. Dordrecht/Heidelberg/New York/London: Springer, 2014.
- SCHEER, Hermann. **The energy imperative: 100 percent renewable now**. Londres: Routledge, 2012.
- SCHULER, Douglas; NAMIOKA, Aki (Ed.). **Participatory design: principles and practices**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1993.
- SMIL, Vaclav. **How the world really works: a scientist's guide to our past, present and future**. Londres: Viking, 2022.



SMIL, Vaclav. **Energy and civilization: a history**. Cambridge, MA: MIT Press, 2017.

SOVACOOOL, Benjamin K. **Contesting the future of nuclear power: a critical global assessment of atomic energy**. Londres: World Scientific, 2011.

SOVACOOOL, Benjamin K. **Energy and ethics: justice and the global energy challenge**. Londres: Palgrave Macmillan, 2013.

STERN, David I. The role of energy in economic growth. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1219, n. 1, p. 26-51, 2011.

VAN DE HOVEN, Jeroen; VERMAAS, Pieter E.; VAN DE POEL, Ibo (Eds.). **Handbook of ethics, values, and technological design: sources, theory, values and application domains**. Dordrecht: Springer, 2015.

VAN DEN HOVEN, Jeroen. Design for values and values for design. **Information Age**, v. 4, n. 4, p. 4–7, 2007.

VERBEEK, Peter-Paul. **Moralizing technology: understanding and designing the morality of things**. Chicago: University of Chicago Press, 2011.

WINNER, Langdon. Do artifacts have politics? **Daedalus**, v. 109, n. 1, p. 121-136, 1980.

DADOS DE PUBLICAÇÃO

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: G. E. Szczepanik.

ORIGEM DA PESQUISA

O trabalho faz parte do projeto de pesquisa intitulado “Ciência, Tecnologia, Inovação e Valores” financiado pela Fundação Araucária e desenvolvido pelo pesquisador na Unicentro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Dayanne Marciane Gonçalves Szczepanik e ao Marciano Adilio Spica pela leitura atenta e pelas observações pontuais que ajudaram a melhorar o texto.

USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

O autor utilizou o ChatGPT (GPT-4) para revisão gramatical do texto em inglês. Todo o conteúdo argumentativo foi desenvolvido integralmente pelo autor.

FINANCIAMENTO

Fundação Araucária.

<https://sgu.unicentro.br/pcatooficiais/imprimir/6E418959>.

CONFLITO DE INTERESSES

As pessoas autoras declaram não haver interesses conflitantes.

DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA E OUTROS MATERIAIS

A pesquisa não possui dados. O artigo não contém dados coletados ou obtidos por meio de análises a partir de fontes primárias.

LICENÇA DE USO

As autorias cedem à revista ethic@ os direitos exclusivos de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a Licença [Creative Commons Attribution](#) (CC BY) 4.0 International. Essa licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico. As autorias têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em *site* pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade das pessoas autoras, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

EDITORES

Darlei Dall’Agnol

HISTÓRICO

Recebido em: 29-01-2026

Aprovado em: 05-04-2026

Publicado em: 30-04-2026

