

obre a explicação tecnológica

Szczepanik, Gilmar Evandro

obre a explicação tecnológica

Revista de Filosofía Aurora, vol. 33, no. 58, 2021

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brasil

Available in: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=673373986001>

DOI: <https://doi.org/10.7213/1980-5934.33.058.AO01>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International.

sobre a explicação tecnológica

About the technological explanation

Gilmar Evandro Szczepanik [a] gilmarevandro@unicentro.br

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brazil

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

Revista de Filosofia Aurora, vol. 33, no. 58, 2021

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brasil

Received: 23 March 2018

Accepted: 11 September 2020

DOI: <https://doi.org/10.7213/1980-5934.33.058.AO01>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=673373986001>

Resumo: O presente texto tem como propósito identificar as características elementares da explicação tecnológica. Assim, num primeiro momento procuramos justificar a importância de estabelecermos uma investigação filosófica sobre a explicação tecnológica, contextualizando a temática, demonstrando a multiplicidade de elementos que podem ser contemplados por ela e salientando suas especificidades. Em síntese, a primeira parte do trabalho será dedicada às perguntas e aos tipos de questionamentos que a explicação tecnológica pode responder. No segundo momento, esclareceremos que ela contempla necessariamente dois elementos dos artefatos técnicos, a saber, o estrutural e o funcional. Em síntese, a explicação tecnológica precisa elucidar os componentes físicos e materiais constituintes dos artefatos técnicos que, por sua vez, são portadores de uma determinada função. Além disso, faz-se necessário ilustrar como é possível atribuir e/ou implementar uma função em determinado artefato. Por fim, busca-se apresentar os desafios e os problemas em aberto que ainda perpassam a explicação tecnológica.

Palavras-chave: Explicação tecnológica, Função, Estrutura, Filosofia da tecnologia.

Abstract: *The present text aims to carry out a philosophical investigation on a technological explanation, trying to identify its elementary characteristics and the identity of the given. Thus, in a first moment we seek to justify the importance of establishment, a philosophical research on a technological explanation, contextualizing a thematic, demonstrating a multiplicity of elements that can be contemplated by it and emphasizing its specificities of the technological explanation in relation to the own scientific explanation. In short, a first part of the paper is devoted to questions and types of questions that can be answered. In the second moment, we will clarify that the technological explanation necessarily contemplates two elements of the technical artifacts, a knowledge, the structural and the functional. In short, a precise technological explanation of the physical and constituent components of the technical artifacts, in turn, carry a certain function. In addition, it is necessary to illustrate how it is possible to assign and / or implement a function in a particular artifact. Finally, we try to present the challenges and the problems open and still go through the technological explanation.*

Keywords: Technological explanation, Function, Structure, Philosophy of technology.

Introdução

Falar sobre explicação tecnológica é aventurar-se em um terreno ainda pouco explorado e discutido embora não seja um assunto inédito em filosofia da tecnologia. Autores como Peter Kroes (1998), Jeroen Ridder (2007) e Joseph Pitt (2011) podem ser considerados os pioneiros nesse debate e apresentam as primeiras diretrizes que fomentam e dão suporte a nossa investigação. De um modo geral, o presente texto reconstrói, mesmo que sem entrar nos pormenores de cada autor, de forma panorâmica os

principais argumentos que perpassam a investigação sobre a explicação tecnológica.

Em caráter introdutório, necessita-se dizer que partimos do pressuposto de que a tecnologia não é adequada e completamente compreendida como sendo a materialização da própria ciência. Tecnologia não é simplesmente ciência aplicada, embora, em alguns casos, ela possa se manifestar dessa forma. Tampouco a tecnologia se resume à tecnociência, mesmo que, muitas vezes, ela se apresente desse modo. Não adotamos tais posições, pois há vários argumentos que já foram apresentados em outras oportunidades^[2] que demonstram o quão problemático é adotar essa posição reducionista. A aparente irreducibilidade da tecnologia à ciência aplicada e à tecnociência acaba abrindo um grande leque de questões epistemológicas que, por sua vez, nos levaram à investigação sobre a explicação tecnológica.

Outro motivo para explorar a explicação tecnológica, como aponta Pitt (2011, p. 112), carrega consigo um viés antropológico, pois ele considera que “nossas tecnologias e o modo como nós as usamos nos definem como humanos. Isso significa que se nós queremos conhecer o que nós somos e como nós conseguimos isso, nós precisamos explicar como nós criamos nossa tecnologia e como ela nos assiste ou nos restringe”. Assim, de acordo com Pitt (2011) a teoria da explicação tecnológica é relevante para todas as formas de atividade humana, pois ela é capaz de explicar o processo através do qual um artefato tornou-se o que ele é. Nesse caso, prossegue Pitt (2011, p. 112) “a teoria da explicação tecnológica será capaz de fornecer os meios necessários para explicar o papel dos artefatos em nossas vidas e os impactos gerados pela introdução dos artefatos em nossas estruturas sociais”.

Aqueles que ainda não estão familiarizados com as recentes discussões em filosofia da tecnologia podem até suspeitar do propósito aqui perseguido, pois poderão sentir-se inclinados a pensar que todos os acontecimentos que ocorrem nas áreas tecnológicas podem muito bem ser explicados pelas teorias científicas. Entretanto, pretendemos demonstrar nas páginas subsequentes que isso não é o caso, pois a explicação tecnológica tem características que lhe são peculiares e não são devidamente contempladas nas criteriosas abordagens desenvolvidas pelos filósofos da ciência nas últimas décadas dentre as quais se destacam as de Carl Hempel (1962, 1965a e 1985b), Hempel e Oppenheim (1948), Peter Achinstein (1983), Philip Kitcher (1981 e 1985), Wesley Salmon (1971, 1984 e 1989), Weber, Vouwel e Vreese (2013) entre outros.

De antemão, cabe dizer que nosso propósito não consiste em fazer um trabalho exegético com intuito de identificar os motivos pelos quais as já clássicas teorias da explicação científica não contemplam os acontecimentos e/ou desdobramentos tecnológicos. Pressupomos que o surgimento da reflexão filosófica sobre a tecnologia é um desdobramento natural de nosso tempo — assim como a natureza foi o principal objeto de estudos para os filósofos pré-socráticos e a religião para os pensadores medievais —, isto é, como um novo ramo de conhecimento que emerge para dar conta de novos fatos e fenômenos, sendo que para compreendê-

los adequadamente faz-se necessário desenvolver (ou talvez até criar, adequar ou reestruturar) novos fundamentos epistemológicos. É nesse novo contexto que a explicação tecnológica se situa.

Parte I: O que a explicação tecnológica explica?

A explicação tecnológica se caracteriza pelo seu aspecto multifocal, isto é, ela pode ser empregada para explicar uma pluralidade de fatos, acontecimentos, comportamentos e efeitos. Entretanto, é preciso saber quais são as perguntas que a explicação tecnológica se dispõe a responder, pois na ciência essa questão já parece estar resolvida, haja visto, que há uma espécie de consenso entre os teóricos que “um dos objetivos primordiais de toda a ciência empírica é explicar os fenômenos do mundo de nossa experiência e responder não somente ‘o quê?’, mas também ‘por quê?’” (HEMPEL, 1965a, p. 245). Assim, sabe-se que uma explicação científica que segue os moldes de Hempel é composta de um *explanandum* e de um *explanans*, sendo que o *explanandum* compreende basicamente uma descrição do fenômeno a ser explicado e o *explanans* abrange as declarações que constituem a explicação. Os dois principais modelos de explicação científica propostos por Hempel — e posteriormente debatidos por seus seguidores e críticos — são o modelo nomológico-dedutivo e o modelo indutivo-estatístico ^[3]. Entretanto, para não fugirmos desse nosso tema, cabe dizer que, num primeiro momento, a explicação tecnológica é desafiada a responder questões distintas daquelas enfrentadas pelos cientistas. Questões do tipo “como esse artefato funciona?”, “por que tal artefato possui esse formato e é composto de tais materiais?”, “para que serve tal dispositivo?”, “como ele deve ser utilizado?”, “ele é eficiente?”, “qual sua durabilidade?” parecem desafiar os estudiosos da filosofia da tecnologia e, aparentemente, parecem transcender os limites e as capacidades da explicação científica.

Por mais que as perguntas acima sejam plurais e pressuponham direcionamentos distintos elas compartilham um núcleo comum, pois todas são oriundas e estabelecem relações com objetos e dispositivos que foram criados pelos seres humanos. Desvendar e esclarecer os mistérios que envolvem a criação, o desenvolvimento e o uso dos artefatos técnicos parece ser um dos objetivos da explicação tecnológica. A seguir, buscaremos apresentar algumas características que consideramos ser peculiares da explicação tecnológica. Faremos estabelecendo um paralelo com a ciência.

A primeira característica que nos permite estipular uma demarcação entre a explicação científica e a explicação tecnológica é seu objeto de investigação. Em linhas gerais, podemos dizer que a ciência procura explicar aquilo que é dado pela natureza enquanto a tecnologia — aqui entendida como “ciências do artificial” (SIMON, 1981) ou “estudo científico do artificial” (BUNGE, 1985) — precisa desvelar e esclarecer o processo de criação, desenvolvimento e uso de um artefato tecnológico. *Grosso modo*, o cientista procura compreender e explicar o seu objeto de estudo que já se encontra disponível na natureza enquanto o

tecnólogo desenvolve e cria um mundo artificial, pois tem a capacidade de acrescentar objetos e dispositivos ao mundo da vida. Guardadas as devidas proporções, o conhecimento científico e suas explicações parecem ser um conhecimento despretensioso e desinteressado que visa saciar acima de tudo o desejo que o homem possui de compreender e ordenar o mundo, enquanto o conhecimento e as explicações tecnológicas visam atender ao interesse e ao desejo humano de controlar e modificar o mundo que nos cerca^[4]. Logo, as explicações tecnológicas tornam-se únicas, diz Pitt (2011, p. 114), pois elas tratam de questões que emergem por causa de objetos e de artefatos construídos pelos seres humanos.

Assim, a tarefa de explicar por que um viaduto, uma represa ou uma usina nuclear foi construída em determinada localidade não depende apenas de argumentos técnicos bem estabelecidos ou dos materiais humano, intelectual e braçal capazes de executá-los, pois a tecnologia encontra-se inserida dentro de um sistema técnico cultural^[5]. Tampouco os ramos científicos da física e da química forneceriam respostas satisfatórias para tal indagação. Porém, quase que invariavelmente, os teóricos da explicação científica — como aqueles mencionados nos parágrafos anteriores — priorizam critérios epistemológicos e tendem a não conceder uma expressiva relevância teórica aos elementos sociais, políticos, ideológicos, ambientais, etc. Acreditamos que aqui reside a segunda diferença entre a explicação tecnológica — que necessariamente precisa ser contextualizada — e a explicação científica que geralmente volta-se exclusivamente a elementos objetivos e epistemológicos. A primeira impressão que temos é que a explicação científica consegue se autofundamentar, voltando-se apenas para o próprio interior, ou seja, focando quase que exclusivamente sobre os fatos e os fenômenos, preservando os valores clássicos da ciência moderna como a neutralidade, a imparcialidade e a autonomia que dão a ela um caráter universal e necessário. A explicação tecnológica, por sua vez, parece que necessariamente precisa incorporar elementos que estão ao seu entorno, sejam eles oriundos das intencionalidades de seus idealizadores ou de seus usuários ou do contexto social, econômico e político de sua época^[6].

Tendo isso como pano de fundo parece óbvio que no caso da construção de um viaduto, de uma represa ou de uma usina nuclear a ciência e seus diversos ramos fornecem informações valiosas e que são tidas como fundamentais para a execução dessas obras. No caso da construção de um viaduto, a ciência fornece as informações necessárias referente aos materiais que são utilizados, possibilitando calcular, por exemplo, a distância das vigas e das colunas, a resistência dos materiais, a quantidade de peso suportado sobre essa estrutura, o comportamento dos metais em dias muito quentes ou muito frios, a incidência dos ventos, etc. Tais informações são imprescindíveis, mas não compõem a totalidade da explicação, pois nenhuma construção é desenvolvida sem um propósito e sem uma finalidade e isso, a nosso ver, acaba transcendendo a competência da própria ciência. Seria ingenuidade de nossa parte pensarmos que a construção e/ou a criação de um artefato técnico ocorre única e exclusivamente devido às capacidades técnicas-científicas disponíveis.

Elementos políticos, econômicos, sociais, ideológicos e contextuais são tão importantes e têm praticamente a mesma capacidade de influenciar os rumos e o desenvolvimento dos artefatos técnicos quanto tem o conhecimento técnico-científico.

Isso nos conduz diretamente para uma terceira característica, pois a explicação científica tende a ser dada através da elaboração de teorias ou modelos que são compreendidos e avaliados como verdadeiros, aproximadamente verdadeiros, bem corroborados, empiricamente adequados, com alto poder explicativo e/ou preditivo e que salvam os fenômenos^[7]. Em outras palavras, as teorias e os modelos explicativos procuram dar conta de fatos e fenômenos que já existem na natureza e são considerados bons ou ruins a partir de critérios estritamente epistemológicos. Já a explicação tecnológica visa esclarecer como é possível atribuir uma determinada funcionalidade a uma estrutura material. Entretanto, não é suficiente dizer como a funcionalidade foi implementada, pois também é necessário fornecer as informações necessárias que possibilitam um uso adequado e eficiente do dispositivo em questão. À explicação tecnológica não basta descrever e prever o comportamento interno de um determinado artefato; é preciso também demonstrar, através de um plano de uso ou talvez de uma exibição prática, o modo adequado de manusear o artefato para que o mesmo possa desempenhar adequadamente sua funcionalidade. Isso geralmente é sistematizado em forma de leis, normas e teorias.

Embora seja possível dizer que tanto a explicação científica quanto a explicação tecnológica empregam termos comuns como “leis”, “normas”, “regras” e “teorias”, tais termos designam coisas e práticas muito diferentes em cada ramo. Bunge (1989) — um dos pioneiros da reflexão epistemológica da tecnologia — apresenta dois tipos distintos de teorias tecnológicas, a saber, as teorias tecnológicas substantivas e as teorias tecnológicas operativas. Assim, para Bunge

As teorias tecnológicas substantivas são essencialmente aplicações das teorias científicas a situações aproximadamente reais; assim, por exemplo, uma teoria do voo é essencialmente uma aplicação da dinâmica dos fluidos. Em contrapartida, as teorias tecnológicas operativas se referem desde o primeiro momento às operações do complexo homem-máquina em situações aproximadamente reais (BUNGE, 1989, p. 684).

Nesse sentido, prossegue Bunge, as teorias tecnológicas substantivas sempre têm em seu entorno teorias científicas, isto é, demonstram um vínculo necessário com os vários ramos da ciência. As teorias tecnológicas operativas, por sua vez, emergem das investigações aplicadas e podem ter pouca — ou nenhuma — relação com as teorias substantivas. Em outras palavras, as teorias tecnológicas operativas são desenvolvidas a partir da própria prática tecnológica. Elas são concebidas para esclarecer e fundamentar processos que ocorrem exclusivamente a partir da existência de determinados artefatos e dispositivos.

Uma quarta característica da explicação tecnológica consiste na existência de elementos que não são formalizados, isto é, não se encontram sistematizados em um encadeamento lógico e linguístico. Aqui, estamos

nos referindo a elementos como os inúmeros esboços dos desenhos dos artefatos e dos dispositivos. Se desejamos fornecer razões que elucidem o surgimento de determinados artefatos e dispositivos precisamos compreender também como eles foram originalmente idealizados e depois sintetizados em figuras ou gravuras e, em seguida, como os desenhos técnicos foram sendo aperfeiçoados e acabaram ganhando forma. Esse estágio inicial de invenção e criação é determinante para a tecnologia, pois sem ele muito provavelmente não teríamos acesso às coisas que nos cercam hoje. É através dessa demonstração visual que surgem as primeiras noções objetivas do comportamento de um determinado artefato; é nessa etapa que o artefato ganha forma e na qual podem ser pensadas e estipuladas as primeiras funcionalidades.

Essa visão propedêutica da fase do esboço fornece as noções gerais que orientarão a segunda etapa na qual é elaborado um protótipo, muitas vezes em miniatura, que fornece uma representação mais precisa da forma do objeto e de suas funcionalidades. Somente depois, em um terceiro momento, é que o artefato será desenvolvido em seu tamanho real. Esse processo pode ser facilmente encontrado em muitos projetos das mais variadas áreas da engenharia. De início, são apresentados uma pluralidade de esboços, sendo alguns mais simples e outros mais elaborados, uns mais viáveis e outros inatingíveis, uns mais baratos e outros com um custo de execução mais elevado, uns mais belos e outros mais feios, etc. e dentre todos eles faz-se necessário selecionar o mais adequado para aquela circunstância. Justificar por que foi dada prioridade a X e não a Y também faz parte da explicação tecnológica. Todo esse processo de idealização, desenho, criação, sistematização, desenvolvimento, aperfeiçoamento, detalhamento dos artefatos técnicos demanda grande expertise^[8] dos profissionais envolvidos. Tal expertise pode ser compreendida como uma bagagem prática, um *know-how* adquirido ao longo da atividade profissional que contempla um conjunto de habilidades que possibilitam executar determinado projeto^[9].

Uma quinta característica da explicação tecnológica^[10] é que ela precisa dizer “como um artefato funciona” e também deve apontar as causas do mau funcionamento quando o artefato estiver apresentando problemas. Além disso, quando o artefato se tornar obsoleto, a explicação tecnológica também deve fornecer as orientações necessárias para um descarte adequado do lixo tecnológico, quer seja dos próprios artefatos quer seja dos resíduos oriundos da fabricação e/ou construção dos artefatos. Ela também precisa alertar sobre a forma adequada de lidar com os resíduos tecnológicos que têm grande potencial de impactar o meio ambiente e o próprio homem. Por exemplo, a explicação tecnológica precisa ser capaz de esclarecer o complicado processo de elaboração de energia através de uma usina nuclear, mas não pode se privar de fornecer respostas também sobre o destino ideal para o lixo dessa usina, pois, como observado na primeira característica, um artefato tecnológico sempre se encontra inserido em um contexto. Talvez esse seja o grande desafio da tecnologia: o que fazer com as sucatas tecnológicas que se tornarão obsoletas nos próximos anos? Se o petróleo acabar — há grandes

indícios de que ele dure apenas mais algumas décadas — o que faremos, por exemplo, com todos os destroços da indústria petrolífera? Estamos dispostos a arcar com todos os custos econômicos, ambientais, sociais e humanos que poderão vir com a degeneração de um modelo tecnológico?

Para finalizar essa seção podemos dizer que a explicação tecnológica direciona seu foco para três momentos distintos, a saber, *i*) o período da criação no qual procura-se identificar as intenções, os motivos, desejos, interesses e necessidades que fomentam a geração de um novo artefato e/ou dispositivo; *ii*) o estágio de desenvolvimento no qual busca-se compreender como uma função desejada é atribuída a uma determinada estrutura físico-química, eletro/eletrônica material e, por fim, *iii*) o momento do uso, no qual o ponto em questão é a forma como os usuários utilizam os artefatos técnicos. *Grosso modo*, enquanto a ciência procura explicar o que se encontra disponível na natureza, a tecnologia procura elucidar o processo que envolve a criação de artefatos e dispositivos que não são naturalmente dados. Na próxima seção, trataremos mais especificamente das dificuldades que envolvem a relação entre função e estrutura.

Parte II: A complexa relação entre função e estrutura

No texto de 1998, Kroes — um dos principais expoentes do programa *The Dual Nature of Technical Artifacts* — identificou acertadamente que a explicação tecnológica seria capaz de fazer uma ponte ou até mesmo de solucionar o *gap* entre estrutura e função. A investida de Kroes (1998, p. 3) foi considerar que “uma função, descrita em uma linguagem intencional, é explicada em termos de uma estrutura, descrita em uma linguagem estrutural e não-intencional”. Assim, para o filósofo holandês, os designers (aqui, em sentido amplo, concebidos como solucionadores de problemas das áreas tecnológicas) teriam um acesso privilegiado, pois estes profissionais seriam os responsáveis por dar materialidade às funções. Em outras palavras, os designers teriam a capacidade de implementar funcionalidades às estruturas materiais, fazendo com que essas manifestassem determinado tipo de comportamento desejado. Enquanto a grande maioria das pessoas vê o funcionamento dos artefatos tecnológicos como uma grande caixa-preta, os designers seriam capazes de explicar o que ocorre durante o processo de *input . output*. As respostas fornecidas pelos designers seriam restritas à descrição estrutural do artefato contemplando os mecanismos internos que são associados à produção de determinado comportamento.

Por mais que Kroes (1998) tente sintetizar a função em uma descrição estrutural, ele afirma que a explicação tecnológica não pode ser compreendida como sendo uma explicação dedutiva, isto é, que através da análise da estrutura seja possível extrair a função de um artefato. Para ele, a explicação tecnológica tem a capacidade de conectar “estrutura” e “função” somente através da adoção de regras pragmáticas de ações baseadas em relações causais. Sem esse vínculo pragmático não seria possível estabelecer o vínculo entre estrutura e função. Ridder (2007,

p. 16), por sua vez, discorda de Kroes, porque considera problemático reduzir “função” aos elementos estruturais como propôs o pensador holandês, pois acredita que:

Noções como intenção, propósito, função, comportamento do artefato e estrutura, todas elas, têm um papel a desempenhar em nosso entendimento de artefatos técnicos, mas é difícil ver como todas elas se encaixam. Não há inferência direta das descrições das funções técnicas para as descrições físicas ou vice-versa. Não é possível traduzir simplesmente um tipo de descrição para outro. Aqui nós temos duas perspectivas, ambas necessárias para descrever adequadamente os artefatos técnicos, mas nós não conhecemos como elas estão relacionadas mesmo que não se possa negar que elas sejam.

Como pode-se observar na passagem acima, Ridder, assim como Kroes, admite que há um *gap* entre função e estrutura, mas evita solucioná-lo através da vinculação direta da função aos elementos estruturais dos objetos técnicos, pois considera que não é adequado converter uma descrição funcional em uma descrição estrutural e vice-versa. Trata-se de duas formas distintas de abordar os artefatos e dispositivos técnicos sendo ambas necessárias e complementares. Ridder, também compartilha com Kroes a tese de que um designer – aqui concebido como o “autor” e “criador” de um artefato técnico – é apto para explicar como um artefato é capaz de realizar sua função, pois, caso contrário, teríamos sérias dúvidas de suas habilidades enquanto designer. Nesse aspecto, concordamos com Ridder (2007, p. 18) quando ele afirma que “designers, engenheiros e técnicos dão explicações quando eles descrevem como e porque alguma coisa trabalha”^[11]. Descrever os artefatos implica apresentar informações sobre os componentes destes isto é, implica *i)* demonstrar o que esses componentes fazem ou podem fazer; *ii)* dizer do que eles são feitos; e, por fim, *iii)* elucidar como seus materiais constituem sustentação para seu comportamento. Uma descrição nesses modos apresenta os elementos físicos e materiais dos artefatos técnicos. Porém, isso é insuficiente.

Ridder (2007) sustenta que a explicação tecnológica não pode ser resumida apenas aos componentes estruturais. Faz-se necessário também estender a investigação aos elementos intencionais da criação e do uso. Isso parece ficar evidente na passagem abaixo:

Eu assumo que uma função técnica é um comportamento ou uma disposição para o qual um artefato foi criado pelo seu designer ou selecionado por uma comunidade de usuários. Assim, os artefatos são sempre embutidos em um plano de uso, nós podemos também dizer que uma função técnica dos artefatos é o papel que ela supostamente desempenha em um plano de uso supostamente aceito, que pode resultar do designer original do artefato ou da comunidade de usuários. *Ter uma função técnica não é assim uma propriedade intrínseca de um artefato, mas uma propriedade relacional que vincula o artefato com alguma comunidade de agentes intencionais* (RIDDER, 2007, p. 32)^[12].

Da passagem acima pode-se inferir que para compreendermos adequadamente a função de um artefato técnico precisamos levar em consideração uma pluralidade de elementos tais como *i)* o período histórico que ela emerge; *ii)* a cultura tecnológica na qual ela está inserida; *iii)* se ela pertence a uma tradição que já vem sendo aprimorada ou

se ela faz parte de um *design* radical que estabelece um novo princípio operativo; e *iv*) quais são seus usuários, seus designers e suas intenções. Assim, as funções dos artefatos técnicos se configuram acima de tudo como propriedades relacionais, pois elas não podem ser adequadamente capturadas analisando o objeto tecnológico em-si, isolado de seu ambiente de criação e de uso. Uma função técnica somente existe porque ela foi criada por um ser intencional e é utilizada por agentes que já se encontram inseridos em uma cultura tecnológica. Por exemplo, se subitamente surgisse uma impressora em uma comunidade isolada ou se esse artefato fosse transferido através de um túnel do tempo para o século XVII, muito provavelmente os indivíduos desses dois contextos não saberiam utilizar esse artefato como também não saberiam qual seria sua própria função (para que ele serve), pois ele faz parte de um sistema tecnológico que existe há pouco tempo e no qual há instruções de como devemos operar tal dispositivo para que ele desempenhe adequadamente sua função seja imprimir, fotocopiar ou digitalizar documentos.

Associado a isso, prossegue o autor, a explicação tecnológica precisa tanto fornecer uma descrição do comportamento desejado ou de uma disposição desejada de um artefato ou dispositivo técnico como também propiciar uma descrição de uma estrutura física que, por sua vez, será apta a realizar esse comportamento ou que ao menos tenha essa disposição.

Desse modo, temos dois tipos de descrições. Descrever o comportamento desejado de um artefato implica necessariamente uma descrição intencional que seja capaz de contemplar a(s) função(ões) desejada(s) de um artefato técnico que usualmente são apresentadas contendo um alto grau de abstração. Nesse caso, a descrição parece não poder ser realizada através da linguagem da química ou da física. Esse procedimento é denominado por Ridder (2007, p. 176) de *Top-Down Strategy*, pois tende a dividir o comportamento do artefato em vários subcomportamentos *c1, c2, c3....., cn*. Em outras palavras, tal divisão promove uma decomposição funcional que tem a capacidade de identificar qual componente estrutural é responsável pela produção de determinado subcomportamento. Por outro lado, a descrição da estrutura física e dos componentes materiais de um artefato técnico pode ser dada através dos caracteres matemáticos e da linguagem da química e da física, pois trata-se de elementos não-intencionais e é chamado de *Bottom-Up Strategy*, pois divide os componentes físicos em sub-componentes. Embora as duas descrições sejam elementos constitutivos da explicação tecnológica, elas ainda não conseguem conectar adequadamente “função” e “estrutura”. Assim, Ridder (2007, p. 215) sabiamente identifica que “a primeira coisa a notar é que atribuir adequadamente funções e explicar como alguma coisa pode realizar suas funções são coisas completamente independentes”. Com tal afirmação, o autor evita reduzir função a estrutura como Kroes havia feito anteriormente. Contudo, se consideramos problemática a proposta de Kroes de reduzir função a estrutura também precisamos de cautela para não cairmos em outro extremo, isto é, de supormos a função como sendo independente de uma estrutura.

A decomposição, quer seja ela dos componentes físicos quer seja dos elementos funcionais, reforça novamente a ideia de sistema dos artefatos técnicos, pois, como observa Pitt (2011, p. 118) os artefatos técnicos são em si um sistema ou fazem parte de um sistema. Um sistema, prossegue o autor, pressupõe uma relação estruturada entre duas ou mais partes. Assim, por exemplo, ao desmontar um motor a combustão podemos identificar os vários componentes que se agrupam em uma relação causal. Em outras palavras, cada peça de um motor a combustão possui um determinado formato e desempenha determinado comportamento que permite um funcionamento harmônico do artefato técnico. Todavia, além do sistema interno dos artefatos há um sistema externo no qual os artefatos estão inseridos. No caso do motor a combustão ele faz parte de um grande sistema que envolve desde os *i*) seus idealizadores que geralmente são grandes empresas multinacionais associadas ao setor automotivo; *ii*) uma rede de postos de combustíveis, responsáveis por providenciar os combustíveis necessários para tais motores possam funcionar; *iii*) uma rede de oficinas mecânicas que são responsáveis pela realização de reparos; *iv*) grandes empresas petrolíferas e *v*) um regime político-econômico que estimula e financia a propagação desse sistema.

A essa altura acreditamos que já temos elementos suficientes para apresentar a resposta que Ridder fornece ao *gap* entre função e estrutura. Ele parte do princípio de que a conexão entre função e estrutura ocorre de dois modos distintos, ou seja, através de uma teoria da função que tem a capacidade de explicar o que é preciso para que um artefato tenha um comportamento específico e seja denominado de sua função. Por outro lado, também pressupõe que as disposições de um artefato podem ser explicadas pela sua estrutura física. Entretanto, as explicações fornecidas pela teoria funcional e as explicações fornecidas pela descrição estrutural não são excludentes ou contraditórias; elas são complementares embora não seja possível identificar completamente todos os vínculos estabelecidos entre eles.

Considerações finais

Ao pressupor essa complementariedade torna-se evidente que a criação e o desenvolvimento de um artefato tecnológico somente são possíveis graças à potencialidade que os materiais têm de receber e incorporar funções pretendidas pelos designers e/ou pelos usuários. Assim, há estruturas materiais que têm a potencialidade de receber determinadas funções e demonstrar um comportamento pretendido enquanto outras não comportam determinada funcionalidade. Saber identificar as potencialidades dos materiais já existentes e ter a habilidade de criar novos materiais com as características desejadas aptos a desempenhar uma função e/ou a manifestar determinado comportamento também faz parte da explicação tecnológica.

Como observado ao longo do texto, a explicação tecnológica consegue apresentar bons argumentos para esclarecer o processo de criação, desenvolvimento, manutenção e uso dos artefatos e dos dispositivos

tecnológicos. Consideramos que há elementos suficientes que permitam diferenciar a explicação tecnológica da explicação científica sem que isso provoque atrito ou perda da relevância teórica a nenhum desses ramos. São características específicas da explicação tecnológica *i)* a especificidade de seu objeto de estudo; *ii)* a necessidade de contextualizar a criação, o desenvolvimento e o uso de artefatos e de dispositivos tecnológicos; *iii)* a indispensabilidade de esclarecer a atribuição de uma função; *iv)* a incorporação de elementos não formalizados como é o caso do desenho técnico e da *expertise* para criar e, por fim, *v)* a descrição e prescrição de como um artefato funciona e o que deve ser feito para que o mesmo funcione adequadamente. Nesse sentido, parece-nos que a explicação tecnológica emerge tendo como propósito suprir a lacuna relacionada aos aspectos pragmáticos e funcionais deixada pela explicação científica, mas sem deixar de reconhecer as diversas contribuições que a ciência fez e faz para a tecnologia.

A explicação tecnológica, como vimos, é mais ampla que a mera descrição ou coleta de dados técnicos que relatam as estruturas físicas e os aspectos materiais, pois ela precisa levar em consideração uma pluralidade de atores e agentes que fazem parte de um contexto social (no qual estão inseridos os designers e os usuários), econômico (que estimula a propagação de determinada tecnologia e tende a inibir o desenvolvimento de outras), político (através do qual manifesta um conjunto de forças e de interesses de uma determinada classe que está no poder), ambiental (que interfere direta e indiretamente no ambiente da geração atual e das gerações futuras). Em síntese, a explicação técnica não pode ficar restrita apenas aos elementos e dados materiais e estruturais fornecidos pelos engenheiros e designers responsáveis pela criação do artefato técnico.

Referências

- ACHINSTEIN, P. *The nature of explanation*. New York: Oxford University Press, 1983.
- BUNGE, M. *La investigación científica*. 2. ed. corr. Barcelona: Editorial Ariel, 1989. [orig. 1969].
- BUNGE, M. *Treatise on basic philosophy*. Epistemology and methodology III: Philosophy of science and technology. Dordrecht, NL: D. Reidel, 1985.
- BUNGE, M. *Epistemologia: curso de especialização*. São Paulo: Edusp, 1980.
- COLLINS, H. M.; EVANS, R. *Rethinking expertise*. Chicago: The University of Chicago Press, 2007.
- HEMPEL, C. Explanation in science and history. In: COLODNY, R. G. (ed.). *Frontiers of science and philosophy*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1962.
- HEMPEL, C. Studies in the logic of explanation. In: HEMPEL, C. *Aspects of scientific explanation and other essays in the philosophy of science*. New York: The Free Press, 1965a. p. 245-291.
- HEMPEL, C. Aspects of scientific explanation. In: *Aspects of scientific explanation and other essays in the philosophy of science*. New York: The Free Press, 1965b. p. 331-496.

- HEMPEL, C.; OPPENHEIM, P. Studies in the logic of explanation. *Philosophy of science*, v. 15, p. 567-579, 1948.
- KITCHER, P. Explanatory unification. *Philosophy of science*, v. 48, p. 507-531, 1981.
- KITCHER, P. Two approaches to explanation. *Journal of philosophy*, v. 82, n. 11, p. 632-639, 1985.
- KROES, P. Technological explanations: the relations between structure and function of technological objects. *Springer*, v. 3, n. 3, Spring 1998. Disponível em: <https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v3n3/KROES.html> Acesso em: 20 jan. 2018.
- PITT, J. C. *Doing philosophy of technology: essays in a pragmatist spirit*. Springer: Dordrecht/ Heidelberg/London/New York, 2011.
- POLANYI, M. *Personal Knowledge: towards a post-critical philosophy*. Chicago: University of Chicago Press, 1958.
- QUINTANILLA, M. Á. Técnica y cultura. *Teorema*, v. 17, n. 3, p. 49-69, 1998.
- RIDDER, J. *Reconstructing design, explaining artifacts: philosophical reflections on the design and explanation of technical artifacts*. Delft: [s.n.], 2007.
- RYLE, G. *The concept of mind*. London: Penguin Books. 1990.
- SALMON, W. C. Statistical explanation. In: SALMON, W. C.; JEFFREY, R. C.; GREENO J. G. (eds.). *Statistical explanation and statistical relevance*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1971.
- SALMON, W. C. *Scientific explanation and the causal structure of the world*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1984.
- SALMON, W. C. Four decades of scientific explanation. In: KITCHER, P.; SALMON, W. C. (eds.). *Scientific explanation, Minnesota studies in the philosophy of science*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1989. v. 13, p. 3-219.
- SIMON, H. A. *The sciences of the artificial*. Cambridge/Massachusetts: The MIT Press, 1981.
- SZCZEPANIK, G. E. A relação entre ciência e tecnologia a partir de três modelos teóricos distintos. *Dois pontos*, Curitiba: São Carlos, v. 12, n. 1, p. 185-195, 2015.
- WEBER, E.; BOUWEL, J. Van; VREESE, L. *Scientific explanation*. Springer: Dordrecht/ Heidelberg/London/New York, 2013.

Notas

[2]Ver Szczepanik (2015).

[3]A discussão pormenorizada da explicação científica extrapola o propósito desse texto. Contudo, cabe dizer que explicar, em muitos casos, pode ser compreendido como algo muito próximo a prever, como sugere o próprio modelo de Hempel.

[4]Mesmo as abordagens instrumentalistas e pragmatistas da ciência desenvolvida pelos pensadores tradicionais como Dewey e Peirce e James parecem insuficientes para dar conta de forma minuciosa do que ocorre nas áreas tecnológicas.

[5]Quintanilla (1998, p. 51) em um artigo intitulado *Técnica y cultura* apresenta de modo único a relação da tecnologia com os diversos cenários culturais. Sobre o sistema técnico diz que: “A ideia intuitiva subjacente neste enfoque é que um sistema técnico é uma unidade completa formada por artefatos, materiais e energia,

para cuja transformação se utilizam os artefatos e os agentes intencionais (usuários e operadores) que realizam essas ações de transformação. Por exemplo, uma máquina de lavar automática doméstica é um artefato, a roupa suja, a água, o sabão e a energia elétrica são os *inputs* necessários para que a máquina funcione, mas se requer, no mínimo, um agente intencional que coloque a máquina em funcionamento, que introduza a roupa e o alvejante e selecione o programa de funcionamento, para que o conjunto funcione realmente como um sistema técnico. O conjunto *artefato + materiais + energia + usuário* constitui o sistema técnico. A definição é aplicável tanto para os sistemas artesanais que se baseiam em técnicas empíricas quanto para os sistemas tecnológicos. A diferença está na complexidade das estruturas correspondentes e no tipo de conhecimentos e habilidades que são necessárias para projetar, construir e, às vezes, usar o sistema”. (Itálico no original).

[6]Na tentativa de realçar a importância da explicação tecnológica e sua especificidade em relação à explicação científica podemos pensar em um exemplo trivial, a saber, a posição de um interruptor de luz. O que parece ser uma questão irrelevante para a ciência torna-se um objeto de estudo desafiador para a tecnologia, pois há uma espécie de consenso entre os designers e os usuários sobre a posição dos interruptores. O porquê de um interruptor estar em determinado lugar e não em outro segue um conjunto de regras pragmáticas que são fundamentais para os artefatos e os dispositivos tecnológicos.

[7]Já é bastante conhecida e disseminada entre os estudiosos da filosofia da tecnologia uma passagem de Bunge (1980, p. 193) na qual ele considera que o tecnólogo adota uma concepção oportunista [e instrumental] em relação à verdade, pois “em geral, preferirá uma semiverdade simples a uma verdade complexa e profunda”, isso porque o tecnólogo preferirá o mais simples, o mais cômodo.

[8]Sobre expertise ver COLLINS e EVANS (2007).

[9]Pensadores como Gilbert Ryle (1990) e Michel Polanyi (1958) já apresentaram contribuições significativas sobre essa temática com a conhecida distinção entre *know-how* e *know-that* feita pelo primeiro e a abordagem ímpar sobre o conhecimento tácito trabalhada pelo segundo. Inspirado por tais autores, Ridder (2007, p. 61-62) apresenta a noção de conhecimento-em-ação que pode ser compreendido como “um tipo implícito de saber como que é expresso em, e através de, ações dos profissionais. Os profissionais sabem como realizar certas ações, reconhecem aspectos salientes ou fazem julgamentos sem ter explicitamente pensado sobre eles antes de executá-los. Eles são praticamente inconscientes de seu conhecimento-em-ação. O conhecimento-em-ação é difícil de ser colocado em palavras, muito menos formado em proposições ou métodos”.

[10]Para nosso propósito, essas cinco características já contemplam o objetivo desse estudo.

[11]Grifo nosso.

[12]Grifo nosso.

Author notes

[a] Doutor em Filosofia