

É O CONCEITO DE TECNOCIÊNCIA CONFUSO?¹

Adilson Koslowski (UFS)²

kadilson@ibest.com.br

Resumo: O objetivo deste texto é sustentar que o conceito de tecnociência não é confuso quando seu sentido é compreendido de certas maneiras. O uso desse conceito é encontrado dentro e fora do mundo acadêmico. Porém nem todos os filósofos estão satisfeitos como é aplicado em filosofia da ciência e da tecnologia. Mario Bunge (2012) defende que o conceito é gerador de confusão em relação à distinção clássica entre ciência pura, aplicada e tecnologia. Segundo o filósofo argentino-canadense, o único sentido admissível do termo ocorre quando é aplicado à atividade de indivíduos que são tanto cientistas quanto tecnólogos, como foi o caso de Galileu ou Tesla. Contrariando tal posição, pensamos que o termo pode ser usado, pelo menos, de modo não confuso no sentido proposto pelo filósofo Javier Echeverría (2003; 2005).

Palavras-chave: Ciência; Tecnologia; Tecnociência; Mario Bunge; Javier Echeverría.

1. INTRODUÇÃO

Conceitos de tecnociência estão em pleno uso nos discursos sejam das ciências sociais, da filosofia da ciência e da tecnologia bem como da mídia. Porém nem todos estão satisfeitos com sua utilização. Entre seus críticos está o filósofo Mario Bunge. Para quem o conceito é confuso, quando mistura, como acontece frequentemente, atividades cogniti-

¹ Recebido: 12-06-2015/Aprovado: 05-08-2015 /Publicado on-line: 31-08-2015.

² Adilson Koslowski é Professor adjunto no Departamento de Filosofia da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Aracaju, Sergipe, Brasil.

vas e produtivas diversas como a ciência, a técnica e a tecnologia .

Bunge (1963, p. 47; 2012 p. 51) defende a clássica distinção entre ciência pura, ciência aplicada e tecnologia³. *Grosso modo*, a ciência pura é o estudo desinteressado da realidade. A ciência aplicada é a investigação de uma possível utilidade prática e a tecnologia é o desenho de artefatos. Os proponentes da tecnociência estariam misturando equivocadamente essas três atividades e gerando confusão. Porém na concepção bungeana, isso não implica que as três não interajam .

Bunge vem sustentando tal distinção há muitos anos e tem enfrentado críticas feitas principalmente por marxistas e pragmatistas. Por exemplo, os marxistas sustentam a tese de que não há distinção possível a não ser ideológica da primazia da teoria sobre a prática. De modo semelhante, pragmatistas como John Dewey sustentam que o conhecimento é uma prática, uma forma de ação, uma combinação de pensamento e ação, portanto, haveria um nexos forte entre tal prática e a teoria .

Segundo Bunge (2012, p. 55), o único uso adequado e não confuso do termo ‘tecnociência’ se refere à atividade de cientistas que também são tecnólogos, por exemplo, Galileu ou Tesla. Ambos, além de cientistas, foram engenheiros. O primeiro melhorou o funcionamento do telescópio para fins científicos. O segundo construiu motores de indução, a corrente alternada, o controle remoto etc. Fora desse uso, o

³ Para Bunge tecnologia ou técnica moderna é compreendida como a interação da técnica pré-científica com a ciência. (cf. 1989a, p. 197s). Ele também usa o termo técnica para método especial como microscopia, eletrofisiologia, cromatografia (Cf. 1989b, p. 32-33). Bunge usa frequentemente técnica como sinônimo de tecnologia, pois está interessado nos problemas da técnica que interage com a ciência.

conceito apenas é fonte de confusão .

Vamos expor a avaliação crítica do filósofo Mário Bunge a respeito do conceito de tecnociência e suas críticas à identidade de saber e saber fazer sustentadas pelo marxismo e pelo pragmatismo. Contrastando com a posição bungeana, apresento a concepção de tecnociência de Javier Echeverría. Pensamos que a crítica de Bunge é correta em relação às confusões de Latour, do marxismo e do pragmatismo. Porém o termo ‘tecnociência’ tem, pelo menos enquanto categoria sociológica, um uso legítimo e não confuso.

2. AS ORIGENS DO TERMO ‘TECNOCIÊNCIA’

Segundo Alfred Nordmann (2011, p. 468), o conceito de tecnociência foi introduzido por Gilbert Hottois, em 1984, na obra *Le Signe et la technique: La Philosophie à l'épreuve de la technique* e popularizado por Bruno Latour e pela filósofa americana Donna Haraway. O termo cunhado por Hottois significa a ciência produzida no contexto da tecnologia e por essa dirigida⁴. Assim, como a *technomusic* não pode ser separada do meio que a produz, *mutatis mutandis*, assim é o caso da tecnociência. Para Bruno Latour, segundo Nordmann, trata-se de um termo que sintetiza o que é expresso pelo termo “ciência-e-tecnologia” quando ciência aplicada e ciência pura não podem mais ser separadas. De fato, segundo Latour, elas nunca foram separadas.

⁴ Contudo o termo foi inspirado pelo filósofo francês Gaston Bachelard (1884-1962) na obra *Le nouvel esprit scientifique*, 1934, onde usa a expressão “science technique”, in Hottois, Gilbert. *Philosophies des sciences, philosophies des techniques*. Paris: Odile Jacob, 2004, p.3. Segundo Robert C. Scharff e Val Dusek em *Philosophy of technology: an anthology*, 2003, p. 85, sustentam ser o próprio Bachelard o criador do conceito de tecnociência, porém o termo francês *technoscience* não aparece na obra de Bachelard.

Para Nordmann (2011, p. 470), a tecnociência é “como uma espécie de pesquisa em que a representação teórica e a intervenção técnica não podem ser mantidas ou separadas nem mesmo no pensamento”. Na ciência tradicional, existe a possibilidade do cientista diferenciar entre as contribuições da natureza e as produções do aparato laboratorial. Assim, um químico que esteja destilando água do álcool, sabe diferenciar a sua ação por meio dos instrumentos do laboratório e o processo natural envolvido que é a separação entre água e álcool via temperaturas diferentes. Porém às vezes, é difícil ou mesmo impossível essa separação como no caso dos organismos geneticamente modificados. Segundo Nordmann, o critério para identificar se estamos fazendo tecnociência está em notar quando o trabalho de purificação, a saber, o esforço de “compreender a composição hierárquica da realidade material” não é necessário, a chamada *indiferença ontológica*⁵, isto é, quando não há necessidade de separar as contribuições da natureza e da tecnologia na criação do objeto ou fato .

3. A CRÍTICA DE BUNGE À TECNOCIÊNCIA

Segundo Bunge (2012, p. 51), a confusão entre ciência e tecnologia é antiga. O pai dessa confusão seria Francis Bacon (1561-1626), que sustentava a pesquisa científica em vista de seus frutos práticos. A diferença entre ciência e tecnologia é óbvia na perspectiva bungeana. Os cientistas estudam a realidade e os tecnólogos procuram modos de mudá-la. Os físicos nucleares estudam o núcleo atômico, os

⁵ Segundo Nordmann (2011, p. 470), a expressão “indiferença ontológica” foi cunhada por Peter Galison em 2010 no texto “The pyramid and the Ring: The Rise of Ontological Indifference” Lecture at the Centre for the Humanities of the University of Utrecht, 2010, November 11.

engenheiros nucleares desenham reatores nucleares e bombas. Os biólogos estudam os organismos, e os biomédicos buscam terapias. O psicólogo estuda a aprendizagem, o cientista da educação tenta aplicar o método mais eficaz de ensinar.

Para Bunge (2012, p. 52-53), as confusões dos proponentes da tecnociência estão nos planos ontológico, epistemológico, axiológico e praxiológico. No plano ontológico: não consideram a diferença entre natural e artificial. Todos os produtos tecnológicos são artificiais, diferença já notada por Aristóteles. No plano epistemológico: os cientistas tentam entender o mundo natural e as entidades sociais que encontram ou descobrem. Os tecnólogos tentam desenhar coisas que não existem como novas plantas e animais, meios de transporte e comunicação ou peças de legislação. Assim, o exemplo acima dado por Nordmann (2011, p. 470) de organismos geneticamente modificáveis não seria ciência, mas tecnologia, criação de um novo artefato. No plano axiológico e praxiológico: os cientistas não valoram seus objetos de estudo, enquanto os tecnólogos estão sempre observando sua utilidade prática. As empresas financiam laboratórios de fármacos e não os observatórios astronômicos .

Além disso, segundo Bunge (2012, p. 53), o desinteresse também é uma peculiaridade da pesquisa básica, bem como a universalidade. As afirmações científicas devem ser julgadas por critérios impessoais e previamente estabelecidos. O comunismo corresponde à norma que o conhecimento não é privado como descrito nos “imperativos institucionais” na década de 1940 pelo sociólogo americano Robert Merton (1910-2003). Muitos sociólogos da ciência têm criticado esses valores e mostrado contraexemplos, mas,

segundo Bunge (2012, p. 53), tomam todos os seus exemplos da interação da ciência e da tecnologia. Contudo se analisarmos uma grande quantidade de artigos nas áreas da física nuclear e atômica, sustenta o filósofo, veremos que não tem nenhuma pretensão tecnológica. Eles são a combinação dos dois principais guias do cientista puro: a curiosidade e a investigação profunda. Outra característica que distingue ciência e tecnologia, segundo Bunge, é socioeconômica. A ciência produz bem público, enquanto a tecnologia produz bem privado. Uma consequência desinteressante para nossa cultura que gera a confusão de ciência e tecnologia é a mercantilização de certos achados científicos como a tentativa de patentear certos genes .

Para Bunge (2012, p. 54), existem ciências que não têm uma “tradução” tecnológica. Ele nos dá os seguintes exemplos: a cosmologia, a arqueologia, a paleoantropologia, a historiografia antiga, a linguística, a musicologia, a filosofia, a economia matemática. Mesmo a ciência que pode ser traduzida para a indústria via tecnologia, tal não é óbvio. Como traduzir uma descoberta na bioquímica em terapia? Existem desafios tecnológicos, econômicos, morais, entre outros. Nos Estados Unidos, o Instituto Nacional para a Saúde gasta certa de 32 bilhões de dólares para traduzir ciência básica em negócio industrial. Da ciência básica ao artefato é um complexo e caro caminho .

Porém todos os usos do conceito de tecnociência seriam confusos? A resposta de Bunge é negativa. Segundo Bunge (2012, p. 54-55), todos os estudantes e profissionais são tecnocientistas desde que usem o método científico e empreguem os achados científicos para estudar, controlar e desenhar processos artificiais ou coisas, tais como máquinas, organismos, tratamentos médicos, escolas, negócios e

assim por diante. Exemplo de tecnocientistas foram Arquimedes, Galileu, Pasteur, Tesla, Fermi, mas não Newton ou Darwin que foram unicamente cientistas e nem Marconi e Edison que foram apenas tecnólogos .

Bunge (2012, p. 55) aconselha usar ‘ciência aplicada’ e evitar o conceito confuso de tecnociência. Aquela, ao contrário desta, denota a investigação científica que procura resultado de utilidade possivelmente prática, tais como moléculas que podem ser usadas em terapias, modificações genéticas em plantas e programas para controle de criminosos .

Em suma, a ciência na perspectiva bungeana tem como objetivo estudar a realidade natural, não modificá-la ou controlá-la; o estudo é centrado no natural e não na criação do artificial; o objetivo não é valorado como útil ou inútil; o conhecimento científico é público enquanto o tecnológico é privado, patenteado pelas corporações. Além disso, o conhecimento científico é universal, impessoal, regulado por critérios de verdade, de coerência, de curiosidade, de investigação profunda. Deste modo, não devemos confundir duas atividades que têm objetivos tão contrários numa mesma atividade chamada confusamente de tecnociência. As teorias atômica, da relatividade, dos grupos de Galois não matam e nem ajudam ninguém. A responsabilidade pela criação de armas é dos tecnólogos e das empresas de armamento e não do cientista *qua* cientista. Para Bunge, o cientista deve ser livre para estudar o que quiser (desde que a pesquisa seja conduzida eticamente), porém a criação de artefatos e processos deve ser regulamentada pela sociedade. Contudo “não há dúvida da estreita união da ciência pura com a ciência aplicada no mundo atual, e tampouco se duvida acerca de que a ciência pura emprega como meio o que

é fim para a ciência aplicada e vice-versa.” (BUNGE 1963, p. 56). Há interação, mas não confusão.

4. AS CRÍTICAS DE BUNGE A UMA CONFUSÃO MAIS BÁSICA: A IDENTIDADE DO SABER E DO SABER FAZER

A crítica de Bunge ao uso do termo ‘tecnociência’ está embasada na tese filosófica que *implica* a distinção entre investigação desinteressada (conhecimento teórico) e a ação, o fazer. Bunge sustenta a diferença entre teorizar e agir, entre a teoria e a prática. Contudo nem todos concordam com essa divisão, entre eles, elenca o filósofo argentino, estão Hobbes, Vico, Marx, Engels e Dewey. Essa teoria pragmática da unidade da teoria com a prática, sustentada pelo marxismo e pelo pragmatismo, pode ser resumida, segundo Bunge (1963, p. 56), nesses termos: “...se x conhece y , é que x saber fazer y ou sabe reproduzir y ; e, reciprocamente, se x sabe fazer y ou sabe reproduzir y , então x conhece y ”. Bunge analisa criticamente as duas condicionais dessa tese⁶.

Uma das condicionais sustenta que “Se x conhece y , então x sabe fazer y ”. Para mostrar que essa condicional é falsa, basta um contraexemplo. Bunge oferece três: sabemos algo sobre as estrelas, mas não podemos fazê-las, igualmente sabemos algo da matéria, mas não sabemos fazê-la. Conhecemos algo do passado, mas não podemos alterá-lo .

Outra condicional sustenta que “Se x sabe fazer y , então x conhece y ”. Para essa condicional Bunge igualmente apresenta três contraexemplos. Os seres humanos sabem como fazer filhos, mas faz pouco tempo que conhecem o processo

⁶ Uma das possíveis formalizações da tese da unidade da teoria com a prática ($(Cxy \rightarrow (Fxy \vee Rxy)) \wedge ((Fxy \vee Rxy) \rightarrow Cxy)$).

de reprodução. Os relojoeiros fabricaram relógios antes de Huyghens elaborar a teoria dos movimentos oscilatórios. Cientistas como Priestley e Scheele produziram o oxigênio, porém foi Lavoisier quem estabeleceu o conceito de oxigênio e a teoria da combustão. Portanto, a teoria da identidade do saber e do saber fazer é falsa .

O que pode ser salvo da tese da identidade de saber e saber fazer, segundo Bunge (p. 57), é: “O saber *melhora* a possibilidade do fazer correto, e o fazer *pode* conduzir a saber mais, porém isso, que é muito, é o todo” .

Outro argumento de Bunge (1963, p. 57) contra a identidade do saber e saber fazer é que ela não nos permite explicar a coexistência do saber prático com a ignorância teórica nem a coexistência de ciência sem uma técnica correspondente. Exemplo do primeiro caso é a engenharia civil romana, do segundo, a física helenística .

Ademais, para Bunge (1963, p. 57), temos que explicar o aspecto gradual do processo cognitivo. Assim, se saber produzir é o ponto final da ciência, a produção de *nylon* é o ponto final da química dos polímeros. A produção de câncer findaria a oncologia. A produção de neuroses, a psiquiatria. A tese da identidade não salva esses casos, portanto é falsa .

Outro argumento é de que não devemos confundir o *ato* com o *conhecimento do ato*. Podemos saber como realizar um ato, mas ainda precisamos decidir se vamos praticá-lo. Devemos, segundo Bunge (1963, p. 58), estabelecer tanto os meios quanto os fins de nossas ações, tanto para maximizar a satisfação do que desejamos quanto para racionalizar o que desejamos. O desejado deve ser justificado à luz do conhecimento disponível. Devemos e podemos racionalizar todos os atos humanos que envolvem conhecimento. É sob

esse pressuposto de diferença entre ato e conhecimento do ato que estão baseadas as teorias da decisão, a teoria dos jogos e da estratégia. O marxismo e o pragmatismo são, nesse sentido, anticientíficos .

5. TECNOCIÊNCIA COMO UMA REVOLUÇÃO DA PRÁTICA CIENTÍFICA SEGUNDO JAVIER ECHEVERRÍA

Quando começamos a investigar o que seja a tecnociência, encontramos rapidamente três elementos. O primeiro é que o termo ‘tecnociência’ é muito utilizado por autores pós-modernos. Denoto sob o rótulo ‘autores pós-modernos’ autores que sustentam teses bastantes críticas e até hostis à ciência e à tecnologia, bem como ao pensamento moderno, principalmente o iluminista. Segundo, é notório que muita bibliografia sobre tecnociência é elaborada por marxistas, ambientalistas, feministas, hermeneutas e sociólogos do conhecimento científico. Alguns desses são influenciados frequentemente pelo pensamento de Heidegger e Gadamer⁷. Contudo encontra-se bem menos o uso de tal termo na tradicional filosofia da ciência e da tecnologia (analítica). Terceiro, quando lemos textos sobre tecnociência, é comum implicitamente o termo ser entendido como se referindo a um novo contexto social, uma forma nova de praticar a ciência que intensifica a interação entre a ciência e a tecnolo-

⁷ PRASAD, Amit. *Inside Technology*. Imperial Technoscience: Transnational Histories of MRI in the United States, Britain, and India MIT Press, 2014. PELLIZZONI, Luigi; YLÖNEN, Marja. *Theory. Technology and Society: Neoliberalism and Technoscience Critical Assessments*. England: Ashgate Publishing Group, 2012. MARINO, Stefano. *Gadamer and the Limits of the Modern Techno-Scientific Civilization*. Berlin: Peter Lang AG, 2011. Ottinger, Gwen; Cohen, Benjamin. *Technoscience and Environmental Justice: Expert Cultures in a Grassroots Movement*. Cambridge: MIT Press, 2011. DA COSTA, Beatriz; PHILIP, Kavita. *Tactical Biopolitics: Art, Activism, and Technoscience*. Cambridge: MIT Press 2008. SMELIK, Anneke; LYKKE, Nina. *Bits of Life: Feminism at the Intersections of Media, Bioscience, and Technology*. Washington: University of Washington Press, 2008. MICHAEL, Mike. *Technoscience and Everyday Life*. New York: McGraw-Hill Education, 2006.

gia, bem como a ciência e tecnologia transformadas em um negócio nas sociedades capitalistas modernas e ideologicamente neoliberais do século XX. Além disso, os objetivos principais vinculados por tais autores ao que chamam de tecnociência são o desenvolvimento de novos produtos; o controle sobre a natureza e a sociedade; a maximização do lucro, sendo vista como a instituição responsável por muitos dos problemas sociais e ambientais do planeta .

Quando investigamos os pesquisadores da tecnociência, podemos compreendê-la de três modos gerais conforme a proposta de Wenceslao J. Gonzalez. O primeiro é identificar a ciência e a tecnologia - não haveria diferença ontológica entre a ciência e a tecnologia; o segundo é compreendê-la como uma interação muito forte entre ciência e tecnologia e, um terceiro modo, no qual o termo se refere a uma nova realidade, um híbrido de ciência e tecnologia construída no século XX. (GONZALEZ 2005, p. 19)

Um exemplo do primeiro modo de compreender tecnociência é Bruno Latour em *Ciência e Ação* de 1987 e *Nunca fomos modernos* de 1993. Nordmann (2011, p. 468s) sintetiza a visão do antropólogo francês desse modo: o termo ciência é visto por Latour como uma interpretação da Modernidade, *a idade da ciência*. A ciência é vista como uma representação cujo objetivo é conhecer o mundo, fornecer uma representação verdadeira. A ciência é distinta da tecnologia. Assim, como a Modernidade é distinta da Idade Média a natureza é distinta da cultura. Porém segundo Latour, nunca fomos modernos, pois essas separações nunca foram bem sucedidas. A modernidade é a época do trabalho da purificação, da distinção. De modo contrário, a interpretação tecnocientífica é dada no contexto pós-moderno, *a idade da tecnociência*, é o abandono do projeto

iluminista. O objetivo da tecnociência é o controle de novos fenômenos e a realização das possibilidades técnicas. O foco está nos benefícios sociais: a cura do câncer, a construção de robôs humanoides, a redução das emissões de CO₂.

Exemplo do segundo modo de compreender tecnociência é o próprio Bunge, já exposto. Contudo Bunge evita o termo tecnociência, pois levaria à confusão. O termo claro e adequado seria ciência aplicada e esse bastaria para explicar a suposta tecnociência.

O filósofo e matemático espanhol Javier Echeverría (2003, 2005) sustenta o terceiro modo desenvolvido em seu livro *La revolución tecnocientífica* (2003). Segundo ele, a tecnociência é uma espécie de revolução que acontece na prática, na atividade científica. Mudou-se o modo de fazer ciência como era praticada até a década de 40 do século XX. Assim, como Thomas Kuhn sustentou que há revoluções pela instauração de novos paradigmas no *plano do conhecimento*, também há, segundo Echeverría (2005, p. 9), revolução na *prática da ciência*. Essa mudança na prática científica se deu de modo evolutivo na Segunda Guerra Mundial, fundamentalmente nos E.U.A, o berço da tecnociência, como a ciência teve seu berço na Europa do século XVII.

Segundo Echeverría (2003, 2005, p. 10), os primeiros teóricos dessa revolução são Vannevar Bush, um engenheiro com seu famoso informe *Science, the Endless Frontier* (*A ciência, a fronteira sem fim*) entregue em 1945 ao então presidente Truman, aconselhando o desenvolvimento planejado da ciência e da tecnologia dos E.U.A. e Derek Price com seu livro *Big Science, Little Science* de 1962.

A *Big Science* ou “macrociência” é a ciência de grandes proporções. Echeverría (2003) oferece os seguintes exem-

plos, o projeto Manhattan que permitiu a construção da bomba atômica; o laboratório de radiação de Berkeley (para fabricação de radares); o projeto ENIAC, que originou a produção de computadores; o programa espacial e criação da NASA; o CERN europeu que possibilita grandes avanços do conhecimento e oferece grande desenvolvimento tecnológico com a criação da *WEB*.

Para Echeverría (2003, 2005, p. 13), a tecnociência é uma confluência de cinco grandes culturas: a científica, a engenharia, a empresarial, a política e a militar. A *Big Science*, num primeiro momento, está vinculada ao Estado, principalmente aos militares e, num segundo momento, entre os anos 1965-75, com maior participação do setor privado. No setor privado, por exemplo, temos a Dupont com a criação do *nylon*; além disso, gerou o campo da tecnoquímica e arruinou o setor da seda.

Essas duas fases da *Big Science* coincidem com as duas fases da tecnociência, segundo Echeverría (2003, 2005, p. 10). A tecnociência da segunda fase também é feita por pequenas e inovadoras empresas capazes de gerar avanços tecnocientíficos relevantes. É importante ressaltar, segundo Echeverría, que a ciência e a tecnologia tradicional não deixam de existir. Elas coexistem com a tecnociência desenvolvida principalmente nos Estados Unidos e na Europa. Essa é uma posição contrária à de vários teóricos, entre eles, Bruno Latour. Assim, continua existindo a técnica que tem sua origem nas sociedades agrícolas; a tecnologia, na sociedade industrial; a tecnociência, nas sociedades de informação.

Echeverría (2003, 2005) nos oferece as seguintes caracte-

terísticas da tecnociência⁸. Primeira: a ciência com o objetivo de racionalidade, a busca da verdade e a tecnologia com o de competência e de utilidade são instrumentalizadas e subordinadas a objetivos militares, empresariais, econômicos, políticos e sociais. Segunda: a ciência não pode ser feita por um indivíduo, mas em um laboratório que consta de muitíssimas pessoas competentes e aparelhos milionários. Terceira: as empresas investem em tecnociência. Antes era quase exclusivamente financiamento próprio, de universidades e benfeitores. Quarta: o cientista tem que ser competitivo e trazer capital para a empresa. Não pode viver à custa do Estado. Quinta: a relação entre ciência e sociedade ou sociedade e cientista é de aceitação. Com a tecnociência a relação entre sociedade e tecnociência é de extremismo, chegando à desconfiança e à tecnofobia em relação aos seus produtos como os transgênicos, a reprodução artificial, ou chegando à tecnofilia como é o caso com os telefones móveis. Sexta: a atividade do tecnocientista ganha relevância social enquanto carreira profissional. A carreira científica até meados do século XX não era tida como especial em relação a outras. Sétima: a ciência é feita nas comunidades científicas, a tecnociência é feita nas empresas públicas ou privadas. Oitava: antes da tecnociência não havia política científica, pelo menos planos tão extensos que vieram depois do relatório de Vannevar Bush. Nona: os conflitos científicos se resolvem na comunidade científica, na tecnociência se resolvem nos tribunais. Décima: criam-se na tecnociência agentes para organizar a pesquisa e a tecnolo-

⁸ Não tenho pretensão de esgotar as análises de Echeverría; portanto, para quem deseja saber com mais detalhes, além de outras características não abordadas neste texto consulte *La revolución tecnocientífica* (2003).

gia, bem como especialistas em *marketing*, direito internacional e outros. Deixa de existir na tecnociência o pequeno grupo de cientistas e a autoadministração. Décima primeira: a tecnociência se preocupa com sua imagem pública. Décima segunda: a tecnociência tem como ferramentas básicas a informática e as TIC (Tecnologia da informação e comunicação).

Penso que essas características bastante sumarizadas, mas suficientes, nos sugerem a seguinte pergunta: há algo novo fora do alcance do conceito de ciência aplicada? Para responder a essa pergunta gostaria de esclarecer o conceito de ‘novo’ ou ‘novidade’. Seguindo Bunge (2002, p. 264), algo novo ou uma novidade pode ser distinto em diversas maneiras. Pode-se distinguir em *novo absoluto* e *novo relativo*. O novo absoluto seria o vir a ser de algo que nunca ocorreu no Universo. Parece que o novo absoluto não pode ser obtido, pois isso demandaria um conhecimento de todos os acontecimentos depois do *Big Bang* (e até antes, pois é possível terem acontecido anteriores *big bangs* ao atual), mas não possuímos esse conhecimento. Portanto, a tecnociência seria uma novidade de tipo relativo, algo que ocorreu pela primeira vez a um particular, no caso, a ciência moderna. A novidade pode ser também *quantitativa* ou/e *qualitativa*. Por exemplo, um material que se dilata ou se contrai é uma novidade quantitativa. Por sua vez, compreender uma determinada teoria para um sujeito é uma novidade qualitativa. A abertura de um botão de uma flor é uma novidade tanto qualitativa quanto quantitativa. A tecnociência, nessa distinção, é uma novidade quantitativo-qualitativa. Alguns exemplos ajudam a esclarecer. Mudanças quantitativas como a forte interação da ciência com a tecnologia ou o maior número de indivíduos envolvidos nessa atividade.

Mudanças qualitativas nos artefatos produzidos pela tecnociência como o fácil acesso aos produtos a um maior número de pessoas (por exemplo, o computador e o telefone móvel); a eficiência dos produtos e operações e mudanças dos objetivos da ciência. Por fim, podemos distinguir a novidade *numérica*, da *combinatória* e da *radical*. Um exemplo da numérica é cada novo carro do mesmo modelo produzido numa fábrica de automóveis. A novidade radical é a emergência de algo completamente distinto, por exemplo, os diamantes obtidos por meio da alta pressão do grafite. E, por fim, a novidade combinatória. A combinatória parece ser o caso da novidade da tecnociência. Os elementos dessa realidade já existiam anteriormente, como a ciência, a tecnologia, a ciência aplicada, o Estado, a empresa, ou seja, produtos da Modernidade. Portanto, parece que é mais adequado ver a tecnociência como uma novidade não radical, mas uma novidade combinatória de elementos já existentes .

Se a caracterização feita por Echeverría é correta em suas mais amplas linhas e assim a julgamos, não parece que apenas a instituição da ciência moderna somada à intenção de resolver um problema prático (ciência aplicada) é suficiente para compreender a tecnociência como acima descrita. Se essa tese é correta, então o conceito de tecnociência não é sinônimo de ciência aplicada. A tecnociência resulta de mudanças profundas na ciência aplicada. Essas mudanças transformaram a ciência aplicada em outra coisa. Há algo novo entre os céus e a terra .

O termo ciência aplicada não é ruim, mas se apenas expandirmos seu uso, não nos tornamos conscientes de um novo modo de fazer ciência. Um novo termo é útil para descrever uma nova prática, mesmo que ‘tecnociência’ não

seja o mais adequado. Bunge está correto, o termo não é muito feliz, pois pode levar a confusões tais como sustentadas por Bruno Latour: fundir os conceitos de ciência e tecnologia; sustentar a identidade entre ciência e tecnologia e, algo mais forte, afirmar que a ciência e a tecnologia como atividade e produto nunca existiram separadamente. As críticas de Bunge, vistas acima, podem ser aplicadas a Latour entre outros, mas não pensamos que o sejam a Echeverría .

Relacionando as distinções que fizemos de novo ou de novidade com a classificação que tomamos de Gonzalez (2005, p. 19), podemos então refinar e classificar a tecnociência como defendida por Echeverría como se referindo a uma nova realidade, compatível com seu terceiro conceito. Estamos diante de algo novo, no sentido de ser um novo relativo, quantitativo-qualitativo e combinatório. O conceito de ciência aplicada de Bunge é apenas o conceito de tecnociência no segundo sentido da classificação de Gonzalez, a saber, uma forte interação entre ciência e tecnologia. Bunge parece não considerar as mudanças sociais que ocorreram desde a Segunda Guerra até hoje como deveras importante para a relação ciência e tecnologia a ponto de termos algo novo .

6. A TECNOCIÊNCIA COMO UM SISTEMA

O leitor poderia perguntar: Como podemos entender melhor a tecnociência como uma novidade combinatória, levando a sério esse confluir de vários elementos que estariam desaglutinados na tradicional ciência aplicada? Uma descrição dos elementos e sua interação podem ser feitas de várias maneiras, por disciplinas diversas, por exemplo, a história, a sociologia, a economia. Longe de esgotar assunto tão com-

plexo em uma pequena seção, queremos indicar um modo filosófico⁹ e, portanto, muito geral de como abordar essa combinação de elementos da tecnociência.

Para realizar essa descrição filosófica da novidade da tecnociência, utilizaremos as ferramentas conceituais do próprio Bunge (2003; 2006). Segundo Bunge (2006, p. 358s), um sistema “é um objeto complexo do qual toda parte ou toda componente está relacionada no mínimo com uma outra parte”. Assim, a tecnociência é um objeto complexo, com as suas partes interagindo uma com as outras. De um modo simplificado e não completo, podemos resumir as características da tecnociência de Echeverría na seguinte sequência¹⁰: $T = \langle C, E, A, I, P, M, V, R, I \rangle$. T é a tecnociência composta dos seguintes elementos: C é a sociedade que abriga T , essa sociedade é a capitalista e da informação. Essa sociedade incentiva T . T está diretamente vinculada a E que a gerencia, E pode ser o Estado, a empresa ou a indústria. A são os sujeitos ou agentes de T . Os agentes de T são múltiplos: cientistas, engenheiros, administradores, advogados, políticos, militares, empresários etc. I é a função instrumental dos valores em T , a verdade é apenas um dos valores que estão em jogo. Porém todos estão em função de interesses e objetivos. A função de I em T é estabelecer P , isto é, uma fonte de poder e riqueza gerada por T . M é um dos seus recursos metodológicos básicos para o desenvolvimento de T , M é a informática. M garante os processos de simulação, cálculo entre outros. V é o conjun-

⁹ Isto é, mereológico, o estudo das relações da parte com o todo e das partes com as partes no todo.

¹⁰ Essa sequência não tem a intenção de esgotar todos os elementos da composição da tecnociência, serve apenas como exemplo de alguns dos mais importantes elementos. Uma sequência completa seria bastante longa em relação à apresentada nesse texto.

to de valores de T . Há uma pluralidade de valores: econômicos, militares, epistêmicos, jurídicos, ecológicos, morais, sociais etc. Nem sempre esses valores são coerentes entre si gerando disfunções no sistema. R é um dos produtos de T , que é a mercadoria produzida que pode ser muito variada, desde artefato, processos etc. E por fim, I é a imagem pública de T que é muito prezada, pois deseja legitimar-se bem como busca consenso na Sociedade que abriga T .

Existem vários tipos de sistema segundo Bunge (2006, p. 358). Os sistemas podem ser concretos ou conceituais. Os concretos são naturais, sociais ou artificiais. A tecnociência é um sistema concreto social e, portanto, artificial. Um sistema conceitual seria, por exemplo, uma teoria científica. Uma característica que distingue um sistema concreto do conceitual é que os sistemas conceituais não mudam, são eternos, no sentido que uma proposição matemática sempre é a mesma, bem como o conceito de vermelho. Porém sistemas concretos mudam, pois são energéticos. Uma flor vermelha torna-se amarela, depois marrom; ela vai gradualmente se transformando.

Analisando o conceito de sistema, segundo Bunge (2006, p. 358s), ele é composto de quatro elementos que estão envolvidos, a saber, a composição (C), o ambiente (A), a estrutura (E) e o mecanismo (M). C é a coleção das partes do sistema. Nós podemos fornecer a composição da tecnociência a partir da sequência apresentada acima, exceto da sociedade C que abriga T , pois ela faz parte de E enquanto elemento do conceito de sistema. Logo, $C = \{E, A, I, P, M, V, R, I\}$ ¹¹. A é a coleção de coisas que interagem sobre os

¹¹ Uma diferença entre os elementos do sistema T e da composição C é de que os primeiros se referem às realidades concretas, enquanto os segundos são predicados de C .

componentes do sistema ou são objeto de sua ação. Na tecnociência, os objetos que interagem sobre os componentes do sistema são de ordem, por exemplo, econômica: uma recessão; política: uma guerra; e os objetos da tecnociência são, por exemplo, objetos e processos naturais, bem como pessoas e processos sociais ou artificiais. E é a coleção de relações entre os componentes do sistema, tanto entre os elementos do próprio sistema, isto é, seus componentes, bem como o ambiente, natural ou social. No caso da tecnociência há laços fortes, por exemplo, entre cientistas, engenheiros e administradores de projetos tecnocientíficos. Quando os laços são entre os componentes da composição podemos chama-los de *endoestrutura*. Porém há laços externos, ou *exoestruturas*, como, por exemplo, o governo e a economia da sociedade que hospeda o sistema. O *contorno* é o ambiente em que o sistema está imediatamente vinculado. Por exemplo, para um vírus, seu contorno imediato é a célula de seu hospedeiro. No caso da tecnociência é a sociedade que hospeda a instituição da tecnociência. Por fim, M são os processos internos do sistema que o fazem funcionar, mudar e, às vezes, extinguir-se. Na tecnociência, para fazê-la funcionar, depende-se de vários subsistemas que garantam a continuidade e as mudanças do sistema. As atividades de organização do trabalho e do financiamento dependem do sistema administrativo; hipóteses, testes, simulações dependem do subsistema garantido por cientistas e engenheiros. Defesa e popularidade dependem dos subsistemas jurídicos e de marketing .

Retornando a questão da novidade combinatória, gostaria de chamar atenção a que há vários modos dos objetos se agruparem. Segundo Bunge (2003, p. 27), pode ser por associação, justaposição, encadeamento, agregação ou

acrescência. Esse tipo de agrupamento contém, entre seus elementos, liames bastante frágeis, por exemplo, uma pilha de quaisquer objetos, uma pilha de pratos, um punhado de areia. A esse tipo de agrupamento Bunge chama de *estrutura modular*. A novidade numérica pode ser um caso de agrupamento modular quando o concebemos como um agrupamento, por exemplo, o conjunto dos carros iguais em um pátio de uma empresa automobilística. Contudo no agrupamento da novidade combinatória e radical os laços dos componentes de ambos são muito mais fortes entre si, Bunge os chama de *estrutura integral*. Em relação à novidade combinatória da tecnociência, o sistema gerado pela combinação de elementos é diferente de um mero agregado modular por três razões (BUNGE 2006, p. 28): primeira, os elementos que compõem o sistema resultam modificados. Por exemplo, no caso da ciência, as propriedades de autonomia na escolha do objeto de pesquisa, no modo de resolver, bem como no conhecimento total do projeto (para que finalidade) podem desaparecer; bem como o zelo dos valores cognitivos a serem suplantados pelos puramente pragmáticos (o importante é teoria ou modelo funcionar na aplicação tecnológica, bem como a eliminação de qualquer pesquisa sem fins práticos). Alguns filósofos têm chamado a atenção para os perigos que a tecnociência pode trazer para a ciência. Entre eles, a destruição da autonomia da ciência pura ou mesmo a sua eliminação (CUPANI 2014 e 2015). Segunda razão, o sistema é mais estável que meras estruturas modulares; por fim, terceira razão, esses sistemas integrais requerem mais energia, tempo e circunstâncias menos comuns .

Do nosso ponto de vista, a tecnociência foi o desenvolvimento da ciência aplicada numa nova realidade combina-

tória. Alguns elementos da tecnociência já estavam presentes de forma não sistemática em certos projetos da ciência aplicada. Contudo essa nova realidade não é tão evidente, pois não se constitui (ainda) em uma novidade radical. E, portanto, mais difícil de ser notada. Conceber que exista algo mais do que a ciência aplicada demanda uma elaborada reconstrução teórica de como compreender a interação entre ciência e tecnologia. Bunge pode não conhecer a interpretação de Echeverría para as interações de ciência e tecnologia que começaram a ser elaboradas na metade do século XX, ou mais plausivelmente, não concordar com a interpretação de que estamos, por enquanto, diante de algum tipo de novidade no que tange à relação entre ciência e tecnologia .

O ceticismo de Bunge tem razões e a realidade da tecnociência como uma novidade em relação à ciência aplicada não é autoevidente. Assunto filosófico, pois (ainda) se encontra naquela zona de lusco-fusco onde podemos nos enganar em perceber não coisas, mas quimeras. Contudo achamos que a posição de Echeverría parece estar mais de acordo com a realidade da novidade da relação ciência e tecnologia.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O termo ‘tecnociência’ não é necessariamente confuso se o entendemos como descrito por Echeverría, a saber, como uma mudança na prática científica gerada no contexto da *Big Science* (posteriormente em pequenas empresas) na qual a busca do conhecimento é desprezada pela busca de gerar desenvolvimentos tecnológicos e inovações que acabem sendo rentáveis para os mercados e compensem os investi-

mentos que as empresas fazem.

É certo que para o termo ‘tecnociência’ ter um uso legítimo, a reconstrução histórica de Echeverría da mudança da prática científica nos meados do século XX precisa ser verdadeira pelo menos em seus traços mais gerais e nós aqui a supusemos conforme descrita em seu livro principal sobre o tema *La revolución tecnocientífica* (2003), pois a reconstrução de parte do passado é objeto de investigação empírica, no caso, da História que está além das ferramentas e do escopo filosófico. A tecnociência é fundamentalmente, segundo a concepção de Echeverría (2003; 2005), uma mudança social na comunidade científica. Um modo diferente de prática, de ação. A ciência perde parte de sua autonomia para o desenvolvimento tecnológico, para a inovação e para o lucro. O cientista torna-se um empregado, passa a orientar-se pelas decisões dos burocratas, dos negociantes a serviço dos acionistas, sejam eles o Estado, os militares ou os civis. Por outro lado, a tecnociência gera desenvolvimento e riqueza. As empresas que mais lucram e geram riquezas não são mais as da época industrial, mas as da informação como, por exemplo, a Microsoft e a Apple. Apenas como exemplo, a tecnociência gerou no campo da medicina aparelhos revolucionários para diagnosticar doenças e auxiliar na pesquisa científica como o MIR ou o RM (ressonância magnética) e o PET-CT (tomografia computadorizada).

A tecnociência é uma nova realidade, possibilitada por vários elementos ou subsistemas que juntos formam uma nova realidade combinatória que foi gerada por meio de uma nova prática nascida nos meados do século XX de fazer ciência aplicada.

Um dos problemas da tecnociência é que ela pode acabar matando a ciência pura, tornando a livre busca de co-

nhecimento e a liberdade de investigação do cientista quase inexistente. Essa nova realidade da tecnociência pode destruir a autonomia científica e nesse caso ser nociva à humanidade por fechá-la no reino da riqueza, do controle e perder uma legítima dimensão: a curiosidade, o espanto e a busca de satisfazê-los além de uma utilidade prática imediata. Frequentemente, a história mostrou como coisas inúteis foram, em outras épocas, de muitíssima utilidade e no caso das ações humanas é comum terminarmos em atividades inúteis, porém as mais valorizadas¹².

A capacidade de organização, recursos (humanos e materiais), comunicação, inovação da tecnociência abre horizontes de possibilidades até recentemente pouco sonhadas pelo ser humano¹³. Demonizar a tecnociência não parece a melhor das opções, sua realidade exige reflexão, pois as decisões de como conduzi-la são importantes, pois afetam o indivíduo, a sociedade e o planeta.

Abstract: The aim of this paper is to support the concept of technoscience is not confused when its meaning is understood in certain ways. The use of this concept is found inside and outside the academic world. However, not all philosophers are satisfied it is applied in philosophy of science and technology. Mario Bunge (2012) argues that the concept is generating confusion regarding the classical distinction between pure science, applied and technology. According to the Argentine-Canadian philosopher, the only acceptable sense of the term occurs when applied to the activity of individuals who are both scientists and technologists, as was the case of Galileo and Tesla. Countering this position, we think that the term can be used, at least not so confusing in the sense proposed by the philosopher Javier Echeverría (2003; 2005).

¹² Como exemplos, a teoria da relatividade geral de Einstein concebida como uma explicação da gravitação é hoje fundamental no sistema GPS (*Global Positioning System*), no caso das ações humanas, buscamos as condições econômicas que nos possibilitem o ócio para apreciar e fazer arte, estar com nossos amigos, para praticar de esportes, etc.

¹³ Como exemplo, cf. o projeto ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*). In: <https://www.iter.org/>

Keywords: Science. Technology; Technoscience; Mario Bunge; Javier Echeverría.

REFERÊNCIAS

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, p. 47-75.

_____. *Evaluating Philosophies*. Boston: Springer Science, 2012 .

_____. *Dicionário de filosofia*. São Paulo: Perspectiva, 2006 .

_____. *Emergencia y convergencia: novedad qualitative y unidad del conocimiento*. Barcelona: Gedisa, 2003 .

_____. *Mente y sociedad*. Madrid: Alianza, 1989a.

_____. *La investigación científica*. Barcelona: Ariel, 1989b .

CUPANI, A. A racionalidade tecnocientífica e o seu desafio à filosofia da ciência. In: *Dois pontos*; Curitiba, São Carlos, vol. 12, número 01, p. 171-183, abril de 2015 .

_____. Fazer ciência numa época marcada pela tecnologia. In: *Interthesis*, Florianópolis, UFSC, volume 11, número 02, jul/dez de 2014 .

ECHEVERRÍA, Javier. La revolución tecnocientífica. In: *CONFINes 1/2*, Agosto-diciembre 2005, p. 915.

_____. *La revolución tecnocientífica*. Madrid: Fondo de Cultura Económica, 2003 .

GONZALEZ, Wenceslao J. (ed.) *Science, technology and so-*

ciety: a philosophical perspective. A Coruña: Netbiblo, 2005 .

LATOUR, Bruno. *Ciência em Ação*. São Paulo: UNESP, 2000 [1987].

_____. *Jamais Fomos Modernos*. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1994 [1993].

NORDMANN, Alfred. Science in the context of technology. In CARRIER, M; NORDMANN, A. *Science in the context of application*. Boston: Springer, 2011, p. 467-482.