

A RACIONALIDADE TECNOCIENTÍFICA E O SEU DESAFIO À FILOSOFIA DA CIÊNCIA

Alberto Cupani
cupani@cfh.ufsc.br
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Brasil

Resumo: A Filosofia da Ciência ocupa-se com a racionalidade da ciência, mas a ciência tradicional vai sendo crescentemente substituída pela tecnociência, que implica uma diferente racionalidade, ou seja, uma diferente maneira de justificar seus propósitos e métodos. Neste artigo descrevemos as origens e a evolução histórica da tecnociência e as mudanças que ela introduz na pesquisa científica, particularmente no seu ethos. Essas mudanças deveriam causar uma transformação na Filosofia da Ciência, fazendo com que inclua questões éticas e políticas junto com as epistemológicas, e que trabalhe em cooperação com outros estudos sobre a ciência.

Palavras-chave: tecnociência; racionalidade da ciência; Filosofia da Ciência.

Abstract: Philosophy of science deals with the rationality of science, but traditional science is increasingly replaced by technoscience, which implies a different rationality, that is, a different way of justifying its goals and methods. In this paper we describe the origins and historical evolution of technoscience, and the changes it introduces in scientific research, particularly in its ethos. Those changes should cause a transformation in the philosophy of science, making it to include ethical and political questions along with epistemological ones and to work in cooperation with other studies on science.

Keywords: technoscience; rationality of science; philosophy of science.

A expressão “tecnociência”¹ designava inicialmente o condicionamento cada vez maior da ciência pela tecnologia, assim como esta última resultava, de maneira crescente, do progresso científico. R. Queraltó (QUERALTÓ, 2001) aponta para as diversas formas em que a pesquisa científica está mediatizada pelos artefatos tecnológicos. A tecnologia, argumenta Queraltó, não é um mero instrumento para a ciência, mas um *meio permanente* da mesma (ao menos, em muitas das suas práticas mais apreciadas, teórica ou tecnologicamente, da compreensão do genoma humano à indagação dos possíveis limites do universo). Por isso, “tecnociência” designa também a ciência difícil de distinguir da tecnologia.

Sem perder esse significado, a palavra passou a designar algo mais amplo: a complexa vinculação da ciência e a tecnologia com as instituições econômicas, políticas e militares. “Tecnociência” é agora o nome dos grandes projetos, com finalidade prática, em que a ciência básica entra como meio ou subproduto da pesquisa e não como fim em si mesma. Trata-se, por exemplo, de sintetizar um remédio, de otimizar determinada produção industrial, de aperfeiçoar uma arma ou um sistema de defesa, e não de ampliar o saber em matéria de física, química, biologia, etc. Por outra parte, as pesquisas que ainda conservam o interesse pelo valor intrínseco que se atribui ao conhecimento veem-se forçadas a apelar para justificações práticas a fim de obter o necessário financiamento, cada dia mais volumoso na “ciência de ponta”.

Os projetos e realizações tecnocientíficas apresentam-se socialmente como racionais, e até como exemplarmente racionais. Trata-se, no entanto, de uma racionalidade diferente da racionalidade da ciência tradicional, se por racionalidade entendemos seus propósitos e critérios de legitimação, isso



apesar de que a tecnociência se apresenta amiúde como se fosse a mesma ciência tradicional levada a suas últimas consequências. “Ciência tradicional” significa aqui a indagação da Natureza e da sociedade com a finalidade de alcançar um conhecimento objetivo, isto é, válido para todo aquele que possuir a requerida competência e relativamente isento de vieses provenientes do preconceito, do desejo e do interesse não cognitivo. Esse conhecimento supõe-se que seja valioso para melhor viver, de onde a legitimidade, de princípio, de suas aplicações em forma de tecnologia. (A “razão de Platão” auxiliando a “Razão de Ulisses”, na bela comparação de Whitehead). Mas a tecnociência, como mostrarei, não é exatamente isso.

A filosofia da ciência lida com a específica racionalidade da ciência. A realidade da tecnociência, que parece estender-se paulatinamente a todos os âmbitos de pesquisa, desafia a compreensão filosófica.

1. A TECNOCIÊNCIA COMO MODIFICAÇÃO DA CIÊNCIA TRADICIONAL

1.1 O FENÔMENO HISTÓRICO DA TECNOCIÊNCIA

Segundo o filósofo espanhol Javier Echeverría (ECHEVERRÍA, 2003),² as raízes da tecnociência encontram-se na macrociência (*Big Science*) da quarta década do século XX, mais precisamente nos projetos científico-tecnológicos empreendidos pelos Estados Unidos durante a Segunda Guerra Mundial, principalmente no Projeto Manhattan que possibilitou a bomba atômica. Outros projetos macrocientíficos foram o ENIAC (de Pennsylvania), que desenvolveu os computadores, e o laboratório de radiação do MIT, que inventou o radar. Em todos esses casos, cientistas e engenheiros colaboraram em projetos financiados pelo exército, com fins bélicos, embora tenham originado também ideias e artefatos que fizeram avançar o conhecimento científico.

Já a tecnociência é um produto do pós-guerra, derivado da macrociência, da qual se diferencia porque as pesquisas não são financiadas única ou principalmente pelos governos (mas por empresas privadas), e porque os projetos não são necessariamente gigantescos. Echeverría indica como origem da tecnociência o informe que elevou o engenheiro Vannebar Busch (originário do MIT) a então presidente dos EUA em 1945, propondo o forte e sistemático incentivo governamental à ciência e à tecnologia como instrumentos de progresso e afirmação do país na cena internacional. O Informe Bush teve como efeito o estabelecimento de “um novo contrato social da ciência entre cientistas, engenheiros, políticos, militares e corporações industriais” (ECHEVERRÍA, 2003).³ Esse novo contrato foi a base das políticas de ciência e tecnologia que diversos países começaram a implementar na sua aspiração ao desenvolvimento e à defesa, e deu um novo impulso aos complexos industriais e comerciais do sistema capitalista. Cabe sublinhar que a pesquisa científica não se justificaria doravante pela busca da verdade ou o controle da Natureza, mas pelo domínio econômico, militar ou político (não incompatíveis entre si). A vinculação entre a ciência e o poder, latente desde a famosa consigna vinculada a Francis Bacon (“Saber é poder”) e implementada fragmentariamente desde finais do século XIX, consolidou-se com o advento da tecnociência.

1.2 MODIFICAÇÕES NA PRÁTICA CIENTÍFICA

A transformação de parte da ciência em tecnociência acarretou modificações às vezes profundas nos traços típicos da ciência tal como concebidos pelos filósofos. Certas *demonstrações*, por exemplo, tão somente podem ser feitas mediante o computador (o teorema das quatro cores em Topologia é um dos casos mais conhecidos).⁴ Os *experimentos* tornam-se amiúde *virtuais*, o que foi possibilitado pela informática, a qual permitiu representar e simular diversos tipos de sistemas complexos e de ações

(sobretudo, aqueles que não podiam ser abordados com as matemáticas tradicionais), o que implica também uma grande economia de recursos.

Por ejemplo, se pueden representar las posibles ondas de expansión de una bomba, el movimiento de varios aviones en un espacio aéreo, las posibles trayectorias de un misil, los efectos destructivos de un depredador sobre un banco de peces, la evolución previsible de una cosecha, la situación de las capas altas de la atmósfera, la evolución de una economía en función de unos datos macroeconómicos u otros, los resultados de la explotación de una empresa, etc. (ECHEVERRÍA, 2003, p. 102)

A informatização da pesquisa afeta igualmente, de modo bem conhecido, a obtenção e o processamento de *dados*. Estes últimos transformam-se em “teledados” ou “infodados”, vale dizer, em informações produzidas, tratadas e transmitidas mediante linguagens, artefatos e sistemas possibilitados pela informática e as tecnologias da comunicação (das que a internet é uma sorte de síntese). As *observações* são realizadas frequentemente por aparelhos, que operam não raramente de maneira automática, o que altera a noção tradicional de “evidência empírica”.

Correspondendo a essa mudança na índole dos dados, também os *objetos* da pesquisa científica são diferentes. Os objetos são inferidos dos dados que os representam, dados que, como foi dito, resultam da tecnologia utilizada. Esta última pode, de resto, sugerir novos objetos (como os fractais em matemática). No campo das ciências factuais ou empíricas, os *fatos* a que se remete a pesquisa resultam de ações tecnológicas e são entendidos e avaliados tão somente em função das mesmas.⁵ Dados corretos e fatos estabelecidos implicam ações bem executadas e aparelhos confiáveis. Além do mais, a ocorrência dos fatos é de algum modo dada por pacífica: uma vez iniciado um projeto tecnocientífico, dá-se por descontado que os fatos irão se produzir por acréscimo e até com data prevista. Isso destaca o mais importante papel do projeto (*design*) e da planificação neste tipo de pesquisa em comparação com a ciência tradicional.

A *linguagem* tecnocientífica difere também da linguagem da ciência tradicional. Os termos e conceitos habituais em ciência, com seu caráter referencial, não desaparecem, porém “superpõem-se a eles as tecnolinguagens” (ECHEVERRÍA, 2003). Estas últimas, linguagens informáticas, referem-se, não a entidades, mas a ações. Ou melhor:

Aunque pueden referirse a cosas y objetos ello es secundario. Ante todo, los lenguajes informáticos *ordenan acciones*. Un lenguaje de programación está basado en comandos para que una máquina lleve a cabo determinadas acciones cuando se den una serie de condiciones previamente fijadas. (ECHEVERRÍA, 2003, p. 151, itálicos do autor) O *sujeito* da tecnociência não é apenas plural (a comunidade científica, como nos acostumamos a pensar a partir de T. Kuhn), mas também mais complexo. Em um projeto deste tipo unem suas forças cientistas e tecnólogos (geralmente, engenheiros), porém nele intervêm igualmente outros agentes, como os empresários que financiam a pesquisa (um assunto que retomarei depois). Em todo caso, os pesquisadores trabalham em laboratórios (com frequência pertencentes a indústrias) que atuam em rede, e por isso o *local* da tecnociência tampouco é tão definido como na ciência tradicional. É quase supérfluo dizer que, de modo mais acentuado que nesta última, a atividade de um cientista é segmentada (ou seja, o cientista ocupa-se de uma etapa ou fase de uma operação cujo sentido total pode escapar-lhe, como ao operário de uma indústria).⁶

As mudanças na prática científica podem também assinalar-se tomando como referência algumas das categorias propostas por Kuhn. Os “exemplares” da tecnociência são aparelhos, ou modos de organização ou funcionamento eficientes. As “generalizações simbólicas” estão representadas pelos softwares utilizados para controlar o funcionamento dos instrumentos. À “incomensurabilidade” teórica apontada por Kuhn corresponde a incompatibilidade (prática) de sistemas tecnocientíficos rivais.



As controvérsias entre “paradigmas” transformam-se em contendas que

(...) no se producen en las revistas y libros científicos, sino en las oficinas y agencias donde se lucha por obtener la financiación adecuada para los macroproyectos y las nuevas instituciones que habría que crear para desarrollarlos. Se resuelven a favor de unos u otros mediante acciones y decisiones de política científica (pública o privada), no mediante un debate metodológico o epistemológico. (ECHEVERRÍA, 2003, p. 177)

Do ponto de vista epistemológico, observa Echeverría, a tecnociência não implicou mudanças fundamentais. Não deu origem a teorias radicalmente diferentes das anteriores nem a novas formas de explicação dos fenômenos. No entanto, nela predomina certo tipo de modelos (computacionais, sistêmicos e evolucionistas)⁷ e modificou-se a noção de aceitabilidade do conhecimento científico. O contexto de avaliação das idéias e ações tecnocientíficas é mais complexo que o “contexto de justificação” (Reichenbach) tradicional, porque agora operam não apenas critérios epistêmicos, mas também critérios técnicos, econômicos e políticos. Além do mais, a pesquisa tecnocientífica tem, por razões óbvias, um caráter *transdisciplinar*. O anterior não significa, todavia, que as *disciplinas* tradicionais não tenham se desenvolvido tecnologicamente. Pelo contrário, isso ocorreu e causou alterações notáveis nas mesmas.

1.3 A TRANSFORMAÇÃO DAS DISCIPLINAS CIENTÍFICAS

A matemática foi revolucionada pelo uso dos computadores, que permitem realizar cálculos ou resolver problemas que antes consumiam séculos de tentativas, e estimularam novas teorias (a Algorítmica, a Teoria das Funções Recursivas, a Inteligência Artificial, etc.). A astronomia transformou-se, não apenas pelo surgimento da radioastronomia, mas também pela implementação do telescópio espacial Hubble.⁸ Embora este último tenha permitido melhores observações e o teste de diversas teorias, a principal transformação deu-se na comunidade de astrônomos, até então atomizada.

[D]el observatorio localizado en una determinada institución se pasó al observatorio-red, con una gran cantidad de astrónomos conectados al Hubble para poder acceder a los datos. La informatización de la investigación astronómica resultó asimismo necesaria, al igual que la firma de contratos de colaboración con la Nasa por parte de las universidades y observatorios astronómicos beneficiarios. [...] Toda una cultura de investigación fue transformada. (ECHEVERRÍA, 2003, p. 116)

No que tange à física, ela foi a primeira disciplina em que se evidenciou a tecnociência. O projeto Manhattan para a produção da bomba atômica continua sendo um modelo de integração da física com outras disciplinas científicas e tecnológicas, com participação decisiva das tecnologias informáticas, disponibilidade de recursos financeiros e apoio oficial. Uma integração análoga exige hoje a construção dos grandes aceleradores de partículas.

A química, vinculada às empresas desde a Revolução Industrial, é um claro caso de uma área científica inclinada a gerar projetos tecnocientíficos. Echeverría analisa o caso, paradigmático, da empresa Du Pont, que criou seu primeiro laboratório em 1902 e instalou em 1927 uma pequena equipe de pesquisa básica em química. Mas a descoberta, por essa empresa, do neopreno (a primeira fibra sintética) e sobretudo, do nylon (uma poliamida) em 1940, fez com que a pesquisa se transformasse em um empreendimento tecnocientífico, integrando cientistas, engenheiros e peritos em estudo de mercado com a finalidade de produzir industrialmente e comercializar o nylon. A eficácia da companhia Du Pont fez com que fosse contratada para fornecer o plutônio necessário para o projeto Manhattan. (ECHEVERRÍA, 2003, p. 128)⁹

A medicina teve um forte impulso na direção da tecnociência como consequência das pesquisas realizadas durante a guerra para conhecer os efeitos da radiatividade e dos materiais químicos utilizados



para processar o urânio. Terminada a guerra, os conhecimentos obtidos com finalidade bélica foram liberados do segredo e aplicados à medicina nuclear. Uma das recomendações do Informe Bush era, precisamente, o desenvolvimento da ciência e a tecnologia para melhorar a saúde da população, e por isso surgiram institutos de pesquisa como o de Oak Ridge Institute of Nuclear Studies, que não apenas fabricava e distribuía radioisótopos, mas também formava peritos na produção dos mesmos. O instituto, comenta Echeverría, “funcionou como una fábrica, mas también como um motor no setor das macrociências da saúde, dentro do sistema CyT norte americano” (ECHEVERRÍA, 2003, p. 133).

Na biologia, o avanço da tecnocientificação está representado, inequívoca porém não exclusivamente, pelo Projeto Genoma Humano, possibilitado pela influência na genética da informática e das *computing sciences*.

La secuenciación de los genes es ante todo una operación tecnológica, que requiere considerables medios y habilidades técnicas. Los datos que se obtienen (el mapa del genoma humano, por ejemplo) son estrictamente informáticos, de modo que sólo pueden ser representados con ayuda de potentes ordenadores. La empresarización de la actividad investigadora es muy habitual en genética. Por otra parte, el Proyecto Genoma Humano acabó generando auténticos *bancos de conocimiento*, que produjeron considerables beneficios económicos. (ECHEVERRÍA, 2003, p. 144, itálicos do autor)

Também a geologia transformou-se em virtude do uso de satélites e tecnologias informáticas. Hoje é possível conduzir estudos geológicos de outros planetas (o que coloca em questão o nome da disciplina: “estudo da Terra”). O geólogo dispõe atualmente de aparelhos que permitem detectar objetos ou substâncias a grande profundidade, bem como de técnicas de representação visual tridimensional para simular processos geológicos, o que pode auxiliar na prevenção de cataclismos e na exploração do fundo marinho (mas é também conveniente para as companhias petrolíferas).

Por último, as ciências sociais não escaparam da tecnocientificação, segundo Echeverría, ao menos em certas áreas da sociologia e da economia.

[D]ada la complejidad de las sociedades, la tecnología es un requisito imprescindible para obtener datos empíricos, así como para procesarlos, almacenarlos, compararlos entre sí, etc. (...) La utilización de lectoras ópticas automatizadas para procesar los datos brutos muestra de nuevo que también en el caso de la sociología la obtención de datos empíricos significativos sería imposible sin recurrir a diversas herramientas tecnológicas. Otro tanto cabe decir en el caso de la economía, cuyas investigaciones recurren una y otra vez a simulaciones informáticas para modelizar la situación de la economía en los diversos países.” (ECHEVERRÍA, 2003, p. 146)¹⁰

1.4 MUDANÇAS NO *ETHOS* DA CIÊNCIA

Se a tecnociência implica grandes mudanças na prática científica, a modificação dos propósitos e da atitude científica não é menor. A mais importante consiste em que o *conhecimento* deixa de ser entendido como um fim e um bem em si mesmo, para se converter em um meio para outras finalidades (econômicas, políticas, bélicas, sociais).

[L]a novedad consiste en lo siguiente: el conocimiento había sido considerado como un bien epistémico. Ningún científico de la época moderna tuvo dudas al respecto. Es preciso buscar el conocimiento porque éste es un bien en sí, independientemente de que sea aplicable o no, o de que rompa con los sistemas previos de saber. Con la llegada de la tecnociencia, la información y el conocimiento siguen siendo bienes epistémicos, pero devienen bienes tecnológicos, económicos, militares y políticos. (ECHEVERRÍA, 2003, p. 106)



Com outras palavras, a tecnociência implica uma alteração da constelação de valores em que se insere a ciência. A pesquisa é impulsionada por valores extra-científicos (em sentido tradicional), cujo peso se faz sentir em diferentes aspectos ou momentos da atividade científica, a começar, é claro, pelo estabelecimento do seu objetivo. E ainda que se espere, em princípio, obter conhecimentos rigorosamente justificados, os critérios de produção e avaliação dos mesmos não podem menos que ser afetados pelos interesses das instituições que dirigem e financiam a pesquisa.

Essa influência percebe-se, por exemplo, na preferência por teorias e explicações mais simples, menos onerosas, mais rápidas de serem obtidas, embora sejam defeituosas ou superadas do ponto de vista teórico. Com outras palavras, o sacrifício da *verdade* à utilidade ou à conveniência, que constituía já uma tendência da tecnologia, acentua-se na tecnociência. Por outra parte, a verdade como correspondência das ideias com a realidade está subordinada à correção prévia das ações tecnológicas (e à confiabilidade dos aparelhos). Por isso, a *objetividade* da ciência “se desloca dos fatos para as ações” (ECHEVERRÍA, 2003, p. 225).

Os *valores* que intervêm na tecnociência, além de serem diversos, não são compartilhados por todos os agentes (cientistas, engenheiros, industriais, políticos, etc.), o que ocasiona conflitos estruturais, ou seja, inevitáveis. Não se trata apenas de valores cognitivos, técnicos, empresariais e políticos; na medida em que a tecnociência depende do público (os clientes, mas também os setores humanos afetados pelas realizações tecnocientíficas), valores morais, religiosos, estéticos, jurídicos e ecológicos podem gravitar na pesquisa. E no que tange à atitude científica propriamente dita, valores antes estranhos à mesma, como a disciplina, o segredo¹¹, a lealdade, o patriotismo ou a estabilidade no emprego assumem uma importância proporcional à sua funcionalidade na prática tecnocientífica.

O *progresso* da ciência está dirigido e planejado, não sendo a sua meta a verdade ou o aumento do conhecimento.¹² Este último ocorre, certamente, porém em subordinação aos objetivos diversos das diferentes políticas de ciência e tecnologia de países e, sobretudo, de empresas corporativas. O progresso tecnocientífico é, portanto, setorial: por exemplo, no tipo de armas, remédios, veículos, sistemas de defesa ou de comunicação, etc. produzido. E não cabe aos cientistas decidir o rumo das pesquisas, salvo quando assumem a função de administradores de projetos. A observação anterior nos remete à importância que tem o *projeto* ou desenho (*design*) na tecnociência. De acordo com sua finalidade prática, os projetos tecnocientíficos implicam um compromisso maior com a descoberta científica que a pesquisa tradicional, em princípio aberta a um possível fracasso.

A complexidade estrutural e axiológica da tecnociência faz com que sua *racionalidade* seja também algo diferente da tradicionalmente atribuída à ciência e à tecnologia. Da tecnociência não se pode dizer, simplesmente, que seja “racionalidade instrumental” (muito menos, que seja “racionalidade substantiva”, no sentido de Horkheimer); vale dizer que não se define nem pela busca da verdade nem pela da (mera) eficiência, e encerra uma pluralidade de objetivos em frequente conflito. Por outro lado (e na medida em que faz parte do sistema capitalista), a racionalidade tecnocientífica inclui o fomento paralelo de linhas de pesquisa (às vezes opostas) como forma de alcançar uma determinada meta (antes que os concorrentes ou inimigos).

1.5 A TECNOCIÊNCIA, A SOCIEDADE E A CULTURA

Na década de 1980, Bruno Latour perguntava-se “Quem faz a ciência, realmente?”, sendo um dos primeiros em chamar a atenção sobre a circunstância de que a ciência não mais era assunto de puros



cientistas. Como adiantei, a tecnociência tem um sujeito plural, ou uma pluralidade de agentes. Em palavras de Echeverría:

Dicho sujeto puede ser visualizado de la siguiente manera: incluye, como mínimo, un científico, un ingeniero, un empresario, un militar y un político, aunque puede ser más amplio y variado dando entrada a un jurista, un evaluador, un experto en gestión y un inversor, sin olvidar a los expertos en *marketing* y a los administrativos. Cada uno de esos agentes actúa en función de sus propios valores. (ECHEVERRÍA, 2003, p. 83)

Esses agentes constituem o núcleo da tecnociência. Na sua “periferia” estão outros agentes, no sentido de setores sociais que podem influenciar, positiva ou negativamente, um projeto tecnocientífico. Tal é o caso dos grupos de ecologistas e dos meios de comunicação. A percepção social é de enorme importância na tecnociência e saber manipulá-la é crucial. A propaganda do produto (em sentido amplo) é essencial, não sendo suficientes para o sucesso de um projeto nem a autoridade epistêmica nem a eficiência tecnológica.

Tudo isso ocorre em razão da *mercantilização* do conhecimento científico e tecnológico. O saber é agora uma forma de capital (junto com o dinheiro, os recursos naturais, as instalações industriais, etc.), na “sociedade do conhecimento” (ou seja, aquela em que o saber tornou-se essencial ao poder, em suas diversas formas). As organizações tecnocientíficas são essencialmente *empresas*; a produção do conhecimento científico e tecnológico transformou-se em um novo setor econômico (“novas tecnologias”). Existe um novo mercado para esses bens ou mercadorias, que devem ser patenteados e se cotizam na Bolsa. Mais ainda: “os próprios cientistas fizeram seus os valores empresariais”, comenta Echeverría. (ECHEVERRÍA, 2003, p.83)

Já vimos que a tecnociência tem por objetivo o poder. Sem embargo, esse poder não é já o poder de controle da Natureza entendido, segundo as expectativas baconianas, como meio de aprimoramento da vida humana. Na tecnociência trata-se do *controle social* para permitir o poder econômico, político, bélico, e seu motor é a concorrência entre os grupos (corporações, Estados, etc.). Isso é assim porque a tecnociência *torna possíveis ações que antes eram impossíveis*.

Las tecnociencias modifican el mundo social, no sólo la naturaleza. Lo principal es la transformación del mundo que producen, y en particular, del mundo social. El conocimiento científico es un medio para modificar la correlación de fuerzas en una guerra, para obtener beneficios económicos en el mercado, para mejorar la salud de un país, etc. Dicha transformación se logra desarrollando (I + D) los resultados de la investigación científica y tecnológica mediante empresas, organizaciones militares, instituciones políticas, etc., que son las que producen la transformación social al basar sus acciones y estrategias en los resultados de la tecnociencia. (ECHEVERRÍA, 2003, p. 150).

A organização tecnocientífica não tomou conta de todas as pesquisas. Pelo menos, essa é a convicção de Echeverría na obra mencionada. Vale dizer que ainda existe ciência acadêmica e tecnologia não vinculada a grandes projetos. Mas o avanço da mentalidade e da prática tecnocientíficas é incessante. Cabe notar – seguindo sempre Echeverría – que, ao passo que a ciência tradicional propagou-se mediante a educação e a difusão, a tecnociência se propaga mediante as suas *aplicações*. A tecnociência “orienta-se à transformação, ao controle e em alguns casos ao domínio das sociedades e dos seres humanos” (ECHEVERRÍA, 2003, p. 150).

A implantação dos sistemas de ciência e tecnologia é variável, conforme os países. Por outra parte, as empresas transnacionais expandem-se configurando o que já é um lugar comum denominar globalização. Desse modo, uma *cultura tecnocientífica*, diferente da cultura científica tradicional, dissemina-se por todo o planeta. Seu impacto é diverso segundo as sociedades e culturas que afeta. Ao mesmo tempo, a



tecnociência contem em si diversas culturas (científica, tecnológica, empresarial, militar, etc.) que não coexistem necessariamente em harmonia.

1.6 UMA INTERPRETAÇÃO ALTERNATIVA DA TECNOCIÊNCIA

O filósofo também espanhol Manuel Medina¹³ tem uma visão diferente da tecnociência. Para ele, a ciência esteve desde suas origens vinculada ao poder político e econômico e seu aspecto teórico é dependente de seu valor prático. Fundamentando-se na interpretação construtivista da ciência desenvolvida pela denominada Escola de Erlangen, combinada com o pragmatismo de J. Dewey, Medina sustenta que a primitiva forma de saber humano foi o saber-como (o saber técnico), sendo a teoria (e em geral o saber-que) uma forma posterior de conhecimento que foi utilizada para potencializar as habilidades técnicas (essa seria, propriamente, a tecnologia) e para justificar as diferenças de classe e o exercício do poder político.

Reconstruindo sinteticamente a evolução histórica da ciência desde a época dos gregos, Medina chama a atenção sobre as pistas que lhe permitem fundamentar suas teses, tais como a existência de experimentos e esboços de tecnologia no trabalho dos engenheiros alexandrinos, o surgimento da noção de *epistême* como reflexo do predomínio de uma classe social, a vinculação da concepção organicista do mundo à mentalidade de uma aristocracia baseada na agricultura e a emergência da ciência moderna de cunho mecanicista como resultante do encontro entre a “antiga tradição científica” e a tradição operativa imanente na mecânica dos engenheiros.

Com a ciência moderna apareceu “uma nova versão das antigas concepções políticas baseadas na peritocracia [“expertocracia”, em espanhol]”: não mais os (supostamente) possuidores de sabedoria (ou de mensagens divinas), mas o detentores de um conhecimento tecnicamente superior, deveriam exercer o poder. Eis a origem da *tecnocracia* esboçada como proposta na *Nova Atlântida* de Bacon. Ao se apoiar em procedimentos experimentais mecânicos, dos quais se apropriava, a nova ciência era, ao mesmo tempo, a origem da produção tecnológica e continha em embrião a tecnociência.

La interpretación naturalista de la mecánica desemboca, en último término, en una visión tecno-mecánica de la Naturaleza, del cosmos, del hombre y de la sociedad. La cosmovisión moderna no sólo consolida la posición de las técnicas de la ingeniería y hace justicia a su relevancia política, sino que también promueve y legitima, además, la transferencia de los procedimientos experimentales de la invención y del control mecánico a todos los ámbitos de la investigación y de la vida ordinaria (MEDINA, 2006, p. 10).

Em sua forma mais nítida, a tecnociência ter-se-ia manifestado a partir do século XIX, mais especificamente, quando os avanços científicos, incentivados pela produção industrial, originaram a química sintética e a nova física centrada na eletricidade, a termodinâmica, o magnetismo e, posteriormente, nos efeitos radioativos. Com a tecno-cientificação desses domínios (vale dizer, com a institucionalização da pesquisa produtiva), sustenta Medina, instaura-se uma ciência em que as pesquisas teóricas estão sistematicamente ao serviço dos resultados tecnológicos.

Por sua vez, o modelo de intervenção tecnocientífica converteu-se na base da solução de qualquer tipo de problema. A invenção de efeitos e a planificação e a produção forçada de processos começaram a ser admitidos como os procedimentos *racionais* e *eficientes* por excelência. Deu-se um reforço mútuo: a visão tecnocientífica da Natureza, da sociedade e da própria ciência legitimou aqueles procedimentos que, quando implementados politicamente, “estabilizam as concepções implicadas [neles] como representações adequadas do mundo real”.

A difusão da mentalidade e da prática tecnocientíficas faz com que um número cada vez maior de



setores da cultura humana se transformem à sua semelhança, isto é, em âmbitos controláveis e previsíveis.

En general, la tendencia apunta claramente a la tecnificación total, que parece guiada por el *imperativo tecnocientífico* de que *se deben extender las formas de intervención tecnocientífica a todos los dominios que puedan ser objeto de ella*. La clave y el [factor] desencadenante de la tecnificación global de la cultura fue la tecnificación originaria de la cultura científica que, como matriz de la tecnociencia, impulsó el imperativo tecnológico y volvió posible su implementación operativa y su legitimación teórica. (MEDINA, 2006, p. 19, itálicos do autor)

À diferença de Echeverría, que enfatiza a capacidade da tecnociência para possibilitar novas ações (ECHEVERRÍA, 2003, pp. 266-267), Medina sublinha os riscos que ela acarreta, pois o controle dos processos e resultados nunca pode ser total.¹⁴ A tecnociência encerra, para este autor, uma “espiral de riscos”, na medida em que os mesmos tendem a ser encarados como solúveis pela própria tecnociência. Por outra parte, Medina sustenta que a representação cultural da ciência como sendo essencialmente teoria (representação essa a que contribuíram grandemente os filósofos) tem uma função ideológica, ao ocultar a origem da teoria nas práticas e, sobretudo, ao não permitir perceber que “o desenvolvimento teórico vai a reboque da produção tecnológica científica e paracientífica”, e que “a inovação tecnológica é o contexto da mudança científica” (MEDINA, 2006).

É sabido que a Filosofia da Ciência do Empirismo Lógico, reduzida à reconstrução racional do conhecimento, mostrou-se carente de interesse para os cientistas e para aqueles que desejavam que a Filosofia se preocupasse com a prática científica efetiva. Filósofos posteriores ao Empirismo Lógico (Kuhn, Polanyi, Laudan, Hacking, Rouse) focaram essa prática ao elaborarem suas terias sobre a ciência, chegando a uma compreensão melhor das atividades de pesquisa. Algo semelhante deve ocorrer, espero, ao se reconhecer a existência da tecnociência, porque, como vimos, ela implica alterações importantes na atitude e nos procedimentos dos cientistas. Em palavras de Echeverría, a filosofia da ciência deve superar sua limitação a questões lógicas, epistemológicas e metodológicas e transformar-se em “praxiologia e axiologia da ciência”. Para tanto, a filosofia deve vincular-se aos denominados *Estudos sobre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade*,¹⁵ como postulam os dois autores, tanto Echeverría quanto Medina. Caso contrário, a filosofia da ciência discorrerá sobre uma ciência cada vez menos real.

A primeira tarefa de uma renovada filosofia da ciência é, ao meu juízo, fazer-se cargo das modificações da prática científica antes comentadas. Embora a tecnociência não tenha acarretado um tipo de teoria diferente do tradicional, nem explicações de uma nova índole, as alterações na demonstração e na experimentação, na produção e no processamento dos dados, bem como nas linguagens e na representação dos fenômenos, são suficiente motivo para repensar a noção de *validade* do conhecimento científico. Em particular, deve se prestar atenção ao fato de que as leis e entidades teóricas são em boa medida *produzidas* pela atividade tecnocientífica, um aspecto da ciência enfatizado por Medina:

La investigación tecnocientífica se ocupa, cada vez más, de procesos provocados y controlados en los laboratorios por el propio investigador como efectos reproducibles de construcciones que, a su vez, son resultados tecnológicos de producción científica, tales como generadores eléctricos y radioactivos, aceleradores de partículas, láser o recombinaciones de ADN. Procedimientos tecnológicos y tratamiento teórico están estrechamente vinculados en la investigación y en el desarrollo tecnocientíficos de laboratorio, que se basan, característicamente, en la construcción experimental, en la descomposición y el aislamiento de elementos, y en la manipulación, sustitución y recombinación, con la finalidad de reproducir a voluntad y controlar completamente los procesos deseados mediante la eliminación de perturbaciones en las disposiciones experimentales (MEDINA, 2006, p. 13).

Medina insiste na importância de perceber que este novo tipo de pesquisa, que vincula mais



estritamente teoria e intervenção na realidade que a ciência tradicional, mostra a Natureza como regida por “leis” e constituída por “elementos” preexistentes ao conhecimento, quando na verdade eles *resultam* da capacidade humana de controlar artefatos, processos e sistemas tecnológicos.¹⁶ Esta forma (realista, objetivista) de entender as leis e entidades científicas tem importantes consequências sociais, porque dá respaldo às ações tecnocientíficas (e à mentalidade correspondente) como algo “fundamentado na Natureza”, tornando assim difícil seu questionamento.

A filosofia da ciência deve enfrentar também, é claro, as alterações do *ethos* da ciência a que tenho me referido. Evidentemente, há que se encarar a difícil questão de estabelecer qual das duas visões da evolução da ciência é correta, ou seja, se a tecnociência é um fenômeno recente ou se ela esteve latente desde as origens da pesquisa científica. Aqui, a filosofia deve aguardar (e estimular) estudos históricos que nos permitam sair dos lugares comuns (a teorização começou na Grécia, a ciência antiga e medieval não era experimental, a ciência foi colocada a serviço do poder apenas esporadicamente, a ciência propriamente dita desenvolveu-se no Ocidente, etc.). Em todo caso, e seguindo a proposta de Echeverría, a filosofia da ciência deve considerar a tecnociência do ponto de vista axiológico, pois a subordinação dos valores cognitivos a outras classes de valores incide sobre a ciência enquanto “conhecimento confiável” (na conhecida expressão de John Ziman) e acarreta tensões como a que surge entre a liberdade de pesquisa e o dever profissional. A tecnociência é assim uma prática que transforma, substitui ou ameaça à ciência tradicional (sobretudo, na sua forma de ciência autônoma, vale dizer, orientada exclusivamente por valores cognitivos).

Mas a atenção à prática e ao espírito profissional não deve esgotar o campo de uma renovada filosofia da ciência. Em geral, os filósofos que se dedicaram a questões técnicas acerca da produção do conhecimento científico (índole das teorias, modelos de explicação, paradigmas, etc.) não se ocuparam do impacto social da ciência, a não ser ocasionalmente e confiando nos seus resultados benéficos.¹⁷ Por sua vez, os filósofos críticos da sociedade marcada pela ciência e a tecnologia (como Horkheimer ou Habermas) não tinham interesse (ou formação suficiente) para discutir aquelas questões técnicas. Creio que a tecnociência exige do filósofo ocupar-se de ambos os âmbitos, o assim chamado interno e o externo à ciência. Uma razão fundamental para tanto reside em que é cada vez mais difícil estabelecer fronteiras entre a “ciência” e a “sociedade” (como o mostram, precisamente, os Estudos sobre Ciência e Tecnologia antes mencionados). Em particular, convém evitar a metáfora de que a tecnociência esteja “dentro” da sociedade. Como diz Echeverría:

[Es] preferible hablar de *sistemas tecnocientíficos abiertos* que interactúan con la sociedad en ámbitos muy diversos: laboratorios, despachos de I + D, direcciones de política científico-tecnológica, aulas, publicaciones especializadas, revistas de divulgación, prensa científica, redes telemáticas, etc. En general, conviene hablar de *redes científico-tecnológicas* más o menos consolidadas e imbricadas con las sociedades. (ECHEVERRÍA, 2003, p. 43, itálicos do autor)¹⁸

As esferas em que penetra a ação tecnocientífica transformam-se profundamente, pois, como aponta Medina, as inovações tecnocientíficas se apresentam como a forma eficaz, econômica, simples ou cômoda de realizar tarefas, resolver problemas ou satisfazer necessidades e desejos (MEDINA, 2003a, p. 30). Se acrescentarmos a isso o acesso, já mencionado, a possibilidades de ação antes inexistentes, a atração da tecnociência é fácil de explicar (em princípio). Não obstante, isso não ocorre sem conflitos com as práticas tradicionais, principalmente por motivos econômicos, religiosos ou políticos, conforme o tipo de inovação de que se trate. É ali onde se manifesta a questão do *poder* (melhor: do aumento de poder) inerente às práticas tecnocientíficas.

Por outra parte, a tecnocientificação de setores ou de culturas se introduz como um processo de estabilização de sistemas de interpretação e ação que amiúde dão a impressão de ser inevitáveis, pois,



além das vantagens antes aludidas (economia, eficácia, simplicidade, etc.) se apresentam como formas “razoáveis” e “naturais” (na medida em que as fundamentam as ciências naturais) de proceder e acabam afirmando-se como “normais”. Mais ainda: esses sistemas e procedimentos reivindicam constituir um *progresso* com relação às práticas culturais anteriores.

“Poder”, “progresso (social)”, “normalidade” não são assuntos que figurem na agenda tradicional da filosofia da ciência, porém seriam pertinentes à agenda de uma filosofia da tecnociência. Também o seriam questões ontológicas relativas aos produtos e formas de existência da tecnociência. Em palavras de Medina:

El mundo tecnocientífico es un mundo de *entidades híbridas*, tales como los implantes electrónicos en el cerebro, los microprocesadores biónicos, la clonación de animales, los alimentos transgénicos, el congelamiento de embriones, los psicofármacos, los reactores nucleares, las bombas ‘inteligentes’, la internet, etc. (MEDINA, 2003b, p. 28, *itálicos meus*).

Além do mais, a filosofia da tecnociência não poderia ser puramente compreensiva da mesma. Precisa ser, como sustentam Medina e Echeverría por igual, avaliativa e crítica. Apesar de que, apreciada da prática científica acadêmica e das culturas tradicionais, a ação tecnocientífica e seus produtos possam parecer negativos ou ao menos ameaçadores, não parece sensato avaliá-los assim a priori ou *in genere*.¹⁹ Nesse sentido, não se deve perder de vista o fato de que a tecnociência amplia o âmbito das possibilidades de ação humana, o que a princípio é algo positivo (Echeverría). Existem, todavia, duas tendências no universo tecnocientífico que a filosofia não pode, a meu ver, deixar de questionar. Uma delas é a marcha na direção de uma “unidimensionalidade tecnocientífica” (Medina) da vida humana. A outra é a transformação das pessoas em “clientes ou consumidores” em vez de cidadãos (Echeverría).

As duas tendências são, de resto, faces da mesma medalha. Na medida em que a filosofia tem a ver com o bem viver, não pode concordar com essas tendências. Não pode se resignar a que a riqueza potencial da vida humana, tal como se exprime na diversidade das culturas, seja reduzida a um só tipo de pensamento e ação. Tampouco pode ser-lhe indiferente que a tecnociência escape a processos democráticos de decisão e seja vivenciada como uma fatalidade (ou um progresso felizmente inevitável). Ao exercer essa crítica, a filosofia da ciência assumiria uma função cultural e um papel político de não pouca importância.

NOTAS

1. A introdução da palavra deve-se ao filósofo Gilbert Hottois, bem como a Bruno Latour, na década de 1980. Echeverría é doutor em filosofia e licenciado em matemática. Foi professor da Universidad Politécnica de Madrid e atualmente ensina no Instituto de Filosofia do Consejo Superior de Investigaciones Científicas de Espanha (CSIC). É autor de diversos livros sobre filosofia e metodologia da ciência, bem como sobre os avanços nos sistemas de telecomunicação e seu impacto social. Todas as traduções são minhas.

2. Formulado em 1862, o teorema tem o seguinte enunciado: *Dado um mapa plano dividido em regiões, quatro cores são suficientes para colori-lo de forma tal que regiões vizinhas não compartilhem da mesma cor*. Esse enunciado aparentemente simples encobre dificuldades grandes para sua demonstração teórica. O enunciado foi demonstrado mediante um computador IBM360 por Appel (um matemático norte americano) e Hacken (um matemático alemão).

3. Certamente, na ciência tradicional os fatos supõem ações dos pesquisadores, porém agora as ações têm outra índole: são quase exclusivamente tecnológicas e não necessariamente exercidas por pessoas. É claro que caberia denominá-las, mais apropriadamente, procedimentos.

4. “[H]ay un alto grado de opacidad en relación a los objetivos concretos de la actividad investigadora, buena parte de la cual es confidencial o secreta. Un científico que trabaja en una empresa tecnocientífica puede ignorar por completo el sentido último de la actividad que realiza. Adscrito a una cadena de producción de conocimiento, sólo conoce una pequeña parcela del proyecto de investigación en el que colabora, sobre todo en el caso de los macroproyectos. Frente al científico clásico, que afrontaba unos problemas que conocía e intentaba resolver, el tecnocientífico desarrolla un trabajo investigador a cambio de una retribución



económica, convirtiéndose en un asalariado más” (ECHEVERRÍA, 2003, p. 95).

5. “Las propias herramientas informáticas se distinguen entre sí conforme a generaciones, al igual que otros muchos artefactos tecnocientíficos” (ECHEVERRÍA, 2003, p. 169). Lembre-se a expressão “um computador de última geração”.

6. Echeverría relata, de passagem, as peripécias do projeto Hubble, que ilustram a vinculação dos projetos tecnocientíficos a diversos interesses. A construção do telescópio foi resistida por boa parte da comunidade de astrônomos norte americanos, que não acreditava que o projeto justificasse o enorme investimento necessário. Astrônomos planetários, em particular, estavam mais interessados em outros projetos, como a sonda espacial a Júpiter. Para que o projeto Hubble se tornasse viável foi essencial que a NASA o assumisse (ECHEVERRÍA, 2003, p. 115).

7. A produção industrial do plutônio permitiu, por sua vez, descobrir o fenômeno da fissão espontânea e relativamente frequente desse elemento, o que passou a constituir um novo tema de pesquisa (ECHEVERRÍA, 2003, p. 121).

8. Echeverría não aporta aqui informação acerca de pesquisas sociológicas ou econômicas incorporadas a empresas, embora seja fácil imaginar sua existência.

9. A livre discussão das ideias científicas (outro elemento do *ethos* da ciência tradicional) não é possível em projetos tecnocientíficos, sobretudo nos vinculados à atividade militar. O patenteamento dos conhecimentos é uma quebra flagrante daquele *ethos*. “La patentabilidad prima sobre la publicabilidad” (ECHEVERRÍA, 2003).

10. Naturalmente, é possível questionar se esse foi, realmente, o objetivo primordial da ciência tradicional. Voltarei a esse assunto mais adiante.

11. Medina é professor da Universidad de Barcelona (Departamento de Lógica, História e Filosofia da Ciência) e coordenador de *prometheus 21*, grupo interdisciplinar de estudos sobre ciência, tecnologia e cultura (v. o site: www.ub.edu/prometheus21/).

12. A presente exposição baseia-se na apresentação sintética que Medina faz de suas ideias no artigo “Tecnociência” (2006). Ver seu livro *De la techne a la tecnología* (1985), onde sua posição é mais detalhada.

13. O que não significa que Echeverría não reconheça a importância do risco produzido pela tecnociência. “En primer lugar, peligros derivados de los errores en las acciones tecnocientíficas, cuyas consecuencias pueden ser catastróficas, debido a que los artefactos tecnocientíficos controlan el funcionamiento de otros muchos sistemas y máquinas. En segundo lugar, como choque entre la cultura tecnocientífica y las otras culturas” (ECHEVERRÍA, 2003, pp. 268-269).

14. Trata-se, como se sabe, de estudos interdisciplinares (sociológicos, históricos, antropológicos) de episódios da prática científica e tecnológica em seu contexto social.

15. Certamente, esta forma de conceber as leis e entidades teóricas não é exclusiva deste autor. Por outra parte, ela não implica que as leis e entidades não tenham nenhuma base objetiva. O que se rejeita é a ideia de que sejam puramente detectadas ou constatadas, ou de que sua formulação retrate literalmente a realidade em si mesma (ver p.e., os trabalhos de N. Cartwright e J.

16. Dupré citados na bibliografia).

17. Feyerabend foi, certamente, uma exceção.

18. A eventual referência à “sociedade” vale, no entanto, como forma de separar os grupos que conduzem a tecnociência da população que recebe os efeitos da mesma.

19. Echeverría, em particular, pronuncia-se contra uma avaliação genérica da tecnociência, propondo que cada sistema seja avaliado em sua especificidade e conforme diversos critérios de valor (econômico, tecnológico, moral, etc.). Ao mesmo tempo, Echeverría crê possível um consenso profissional sobre determinados valores que permita resolver conflitos axiológicos (ECHEVERRÍA, 2003, parte 5). Ver também do mesmo autor *Ciencia y Valores* (ECHEVERRÍA, 2002).



REFERÊNCIAS

- CARTWRIGHT, N. 1983. *How the laws of physics lie*. Oxford: Clarendon Press.
- DUPRÉ, J. 1993. *The Disorder of Things. Metaphysical Foundations of the Disunity of Science*. Cambridge, MASS: Harvard U.P.
- ECHEVERRÍA, J. 2002. *Ciencia y valores*. Barcelona: Ed. Destino.
- _____. 2003 *La revolución tecnocientífica*. Madrid: Fondo de Cultura Económica de España.
- LENK, H. e MARING, M. (eds.). 2001. *Advances and Problems in the Philosophy of Technology*. Münster: LIT Verlag.
- MEDINA, M. 1985. *De la techne a la tecnologia*. Valencia: Tirant lo Blanc.
- _____. 2003a. *La cultura de la tecnociencia*. [Online]. In: BUENO, C. y SANTOS, M. J. (coords.). *Nuevas Tecnologías y Cultura*. Barcelona: Anthropos. Disponibilidade: <http://cts.fsf.ub/prometheus/index.htm> [03/06/2013].
- _____. 2003b. *Tecnociencia, Retos, Modelos*. [Online]. In: BERMUDA, J. M. (coord.) *Pluralismo filosófico y pluralismo político*. Barcelona: Horsori. Disponibilidade: <http://cts.fsf.ub/prometheus/index.htm> [03/06/2013].
- _____. 2006. *Tecnociencia*. Disponibilidade: <http://cts.fsf.ub/prometheus/index.htm> [03/06/13].
- QUERALTÓ, R. 2001. Technology as a New Condition of the Possibility of Scientific Knowledge. In: LENK, H. e MARING, M. (eds.) *Advances and Problems in the Philosophy of Technology*. Münster: LIT Verlag.