

## POR DETRÁS DAS ESCOLHAS TECNOLÓGICAS: RAÍZES E CAMINHOS

### BEHIND TECHNOLOGICAL CHOICES: ROOTS AND PATHS

Eduardo Bernardes de Castro

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

bernardes@utfpr.edu.br

**Resumo:** O desenvolvimento de tecnologias é maquinalmente colocado como um processo racional, criativo e científico. Contudo, escolhas tecnológicas submetem-se a elementos distintos do conhecimento, da razão e do atendimento às necessidades sociais. Neste cenário, este artigo buscou identificar, exemplificar e analisar estes elementos. Política, economia, demandas sociais, trabalho, ciência, Estado e arranjos organizacionais foram analisados quanto à associação com as escolhas tecnológicas. Foi possível estabelecer conexões teóricas com autores que abordam o tema e concluir que estes objetos historicamente se entrelaçam e agem sobre rumos tecnológicos, firmando que não existe tecnologia produzida de forma neutra e distante de interesses. Complementarmente foi possível afirmar que, sendo a tecnologia uma escolha subordinada a várias fontes, ela requer análise crítica do cientista, do técnico e da sociedade sobre estas conexões, para que se possa produzir tecnologias mais orientadas ao bem comum e menos ao seu fim utilitarista.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento tecnológico; Neutralidade tecnológica; Escolhas tecnológicas.

**Abstract:** The development of technologies is mechanically placed as a rational, creative and scientific process. However, technological choices are subject to different elements like knowledge, reason and social needs. In this scenario, this article sought to identify, exemplify and analyze these elements. Politics, economics, social demands, work, science, State, and organizational arrangements were analyzed for association with technological choices. It was possible to establish theoretical connections with authors who approach the subject and to conclude that these objects historically are intertwined and act on technological directions, stating that there is no technology produced in a neutral and distant way of interests. In addition, it was possible to affirm that, since technology is a subordinate choice to several sources, it requires critical analysis of the scientist, technician and society about these connections, so that technologies can be produced that are more oriented to the common good and less to its utilitarian purpose.

**Keywords:** Technological development; Technological neutrality; Technological choices.

### Introdução

O desenvolvimento tecnológico ao longo da história da sua construção está conexo com elementos diversos que o conduzem. As escolhas dos objetos de tecnologia dispostos às diversas sociedades distribuídas pelo mundo não representam necessariamente fruto de um caminhar natural e progressivo da evolução do conhecimento. Coetaneamente também não representam consequente construção e aplicação de artefatos de tecnologia, temporal e socialmente bem inseridos, que sirvam como meios para a solução de problemas das sociedades. Estas escolhas são dependentes de vários fatores, os quais se modificam no tempo, nos espaços geográficos e nos dissemelhantes conjuntos sociais.

As necessidades básicas e de sobrevivência do homem já protagonizaram o papel de “mães” das criações e inovações tecnológicas, mas a humanidade e as composições sociais transmutaram e com elas este papel. Em um mundo subordinado aos interesses do capital e das forças políticas, democráticas ou não, estes fatores se inserem de tal forma no âmbito da ciência e da tecnologia que, de componentes complementares no contexto, eles passam a exercer o papel de protagonistas das escolhas e dos rumos tecnológicos.

Entretanto, apenas adotar como realidade o fato de que a tecnologia pode estar submissa aos interesses ou fatores externos não se traduz em efetiva adoção de caminhos mais maduros e consistentes para as opções tecnológicas. Para tal, é preciso continuamente refletir sobre o assunto, exemplificar para materializar e analisar escolhas, e compreender a existência desta subordinação para que tenhamos a inteligência de que ao produzirmos ou consumirmos tecnologia estamos, direta ou indiretamente, nos subordinando a elementos externos e alheios ao nosso domínio e que, embora isto seja verdade, podemos minimizar esta subordinação sobre nossas ações de consumo e produção tecnológica.

Pautado, então, no princípio da existência das conexões descritas e da importância da

discussão corrente sobre o tema como meio de conscientização da sociedade, este artigo tem como objetivo identificar e caracterizar fontes que exercem forças sobre o desenvolvimento tecnológico e as escolhas tecnológicas, e, a partir de exemplos, analisar como estas forças se concretizam.

## A etimologia como essência da relação tecnologia e sociedade

Antes de analisar conexões do objeto tecnologia com fontes de seu desenvolvimento e suas escolhas, é pertinente estabelecer a forte relação do termo tecnologia com o termo sociedade, pois é esta íntima ligação que permeia a influência de outros fatores sociais sobre ela. Para tal, a etimologia coopera.

Conforme Cunha (2007), o termo tecnologia possui origem grega, assim como sua raiz, o termo *techno*. Ambas apresentam significados que se voltam para os verbos fazer, fabricar, construir e para os objetos ferramenta e instrumento. Entretanto, a palavra tecnologia une o termo *techno* (de habilidade ou saber fazer) com *logia* (logus, razão). Assim, ela ultrapassa o puro termo técnica e se direciona ao da “razão do saber fazer”. Ao unir razão e técnica a tecnologia passou do simples “do como fazer e usar a ferramenta” para o campo das investigações do “porque fazer, para que fazer e para quem fazer”, e, conseqüentemente, quais as implicações deste fazer para o ser humano e a sociedade em geral.

Desta forma, na origem do próprio termo a tecnologia incorpora o componente social e da razão humana, elementos das ciências sociais e humanas, o que faz subentender a existência natural de uma forte associação com os diversos e complexos elementos sociais, capazes então de influenciar profundamente suas rotas de desenvolvimento.

## Fontes do desenvolvimento tecnológico e das escolhas tecnológicas

A forte e intrínseca relação entre tecnologia e sociedade permite o estabelecimento de diferentes conexões entre a primeira e vários dos objetos desta mesma sociedade. Sob a ótica de forças exercidas entre ambos para as escolhas tecnológicas e o desenvolvimento tecnológico, tratamos aqui das relações com três grupos de objetos, os quais atuam como fontes das escolhas tecnológicas: o primeiro envolvendo a ciência e o trabalho; o segundo as demandas sociais e a política; e o terceiro o Estado e a classe científica.

Cabem aqui duas considerações: primeiro que estas fontes não esgotam todos os objetos que atuam como forças sobre a tecnologia, mas são de fundamental importância e presentes; e segundo que a visão sobre a intensidade do grau de influência destas forças sobre as tecnologias varia conforme as posições de indivíduos e de grupos, conforme a ótica de mundo de quem as analisa, as crenças, a ideologia, os interesses diversificados e outros fatores que dependem muito do contexto de local e época em que se manifesta este desenvolvimento tecnológico e esta análise. Portanto, as análises que seguem estão vinculadas, naturalmente, a uma visão pessoal de quem as elabora e dos exemplos tratados na literatura.

## A ciência e o trabalho como fontes

A inserção destes dois objetos no mesmo grupo baseia-se na premissa de que ambos mantêm com a tecnologia uma característica fundamental: de reflexão ou retroalimentação entre eles. À medida que se modifica a ciência esta modifica a tecnologia, que por sua vez provoca nova ação sobre a ciência. De forma similar, o trabalho provoca desenvolvimento e inovação tecnológica, e estas implicam mudança nas formas de se trabalhar.

Em relação à primeira fonte deste grupo, a ciência, em um hipotético mundo neutro a fonte primária do desenvolvimento tecnológico seria apenas ela própria: produz-se ciência e desta resultam as tecnologias. Contudo, este caminhar com passos comuns e sequenciais entre ciência, técnica e tecnologia não retrata a realidade e pauta-se por dois posicionamentos: da admissibilidade ou não da neutralidade científica e da admissibilidade ou não da reciprocidade entre avanço técnico e avanço científico.

A defesa da neutralidade científica, embora diminuída na sua possibilidade de ser profícua e distante da sua origem temporal, ainda permeia nichos do mundo científico. Para o conceito de positivismo lógico do Círculo de Viena a ciência caracteriza-se por um saber metódico, com uma

estrutura e um raciocínio próprio, distante de qualquer argumento metafísico, em um processo de acúmulo de conhecimentos. O núcleo da defesa deste posicionamento exclui elementos não pertinentes à essência do conhecimento, como aspectos sociais, técnicos, políticos e outros. A negação de existência de elementos que não sejam do positivismo científico conduz necessariamente a um isolamento baseado no método, isolado da tecnologia e dos instrumentais da técnica.

Entretanto, é preciso observar que defender a neutralidade da ciência é um posicionamento que por si só estabelece uma posição ideológica, e, portanto, apresenta-se como uma contradição à negação da influência de condicionantes externos, em especial o ideológico. Tratar de fontes que incidem sobre a ciência e a tecnologia como forças pressupõe uma posição ideológica de não neutralidade científica, com a qual concordamos, na qual elementos externos modelam a ciência e, conseqüentemente, a tecnologia.

O segundo posicionamento centra-se na reciprocidade entre avanço técnico e avanço científico. A inclusão da tecnologia como elemento de análise e de contextualização junto à ciência é uma marca do mundo contemporâneo, conforme afirma o professor Tamás Szmrécányi no prefácio da obra de Baiardi (1995). Esta relação, pouco presente até a primeira Revolução Industrial, modificou-se a partir de então, com o progresso da ciência passando a ser impulsionado pelo progresso técnico (BAIARDI, 1995). Antes disso, o progresso técnico estava muito mais associado aos trabalhos dos artesãos do que aos estudos científicos (HOBBSAWN, 1977).

Isto não significa que, na modernidade, a ciência dependa conceitualmente da técnica, mas significa que o curso histórico criou entre elas uma relação sólida e importante. A existência da reciprocidade é fato, não importando questionar e responder em que grau uma influenciou a outra a partir da Revolução Industrial, como defende Baiardi (1995), para quem “perseguir uma resposta para esta questão, pode vir a parecer tarefa ociosa... que também seria difícil de encontrá-la” (BAIARDI, 1995, p. 153).

O que se releva é admitir que avanço técnico e avanço científico, embora conceitualmente distintos, mantêm hoje relação recíproca de fundamental importância e mútua colaboração. Sendo importante para a construção técnica, aplica-se automaticamente à questão tecnológica e, portanto, à questão social pela etimologia descrita. Volta-se aqui à indagação da neutralidade científica: como defendê-la em um cenário cujo cerne tecnológico influencia sobremaneira a produção científica?

Neste sentido, afirma Arendt (2000, p. 59) sobre o caminhar do *homem faber* a partir das suas primeiras produções e a ciência: “de lá para cá, todo o progresso científico tem tido íntima relação com o desenvolvimento cada vez mais sofisticado da manufatura de novos utensílios e instrumentos”.

Os exemplos desta colaboração entre ambos, ciência e tecnologia, são profusos, com destaque para a tecnologia produzida pela revolução digital citada em Dyson (1998). Os computadores, que permitiram a evolução do armazenamento de dados em grandes bancos de dados e que ampliaram substancialmente a capacidade de processamentos matemáticos, representam talvez o mais significativo instrumento de influência entre técnica, ciência e tecnologia. Os estudos da física e da matemática digital permitiram avanços na eletrônica, que desembocaram nos computadores, que por sua vez permitiram avanços nas ciências da física e da matemática, formando um ciclo de retroalimentação.

Os orgânicos da neutralidade poderiam questionar, de forma teimosa talvez, a não inserção do social, mas Dyson (1998) elimina esta possibilidade mostrando o quanto a revolução digital provocou a possibilidade de inserção no mundo científico de um conjunto incontável de pessoas, antes fora deste meio, que passaram, pela computação distribuída, a poder integrar e participar da discussão e criação do conhecimento. Fez-se um cenário de ciência que produziu tecnologia, que permitiu integrar novos cientistas, os quais trouxeram novos conhecimentos para a ciência.

Negar a existência desta associação significa reduzir a tecnologia a uma simples aplicação da ciência ou simples extrato de estudos científicos. O conhecimento científico permite a produção de tecnologia e o uso desta permite ampliar e viabilizar novos conhecimentos científicos, numa ação reflexiva de um sobre o outro. Reduzir esta integração é tentar impor à tecnologia uma neutralidade da produção científica e o mesmo em sentido inverso, da tecnologia para a ciência.

Refletida a ciência como fonte, partimos para a segunda fonte citada neste primeiro grupo,

o trabalho.

O trabalho é fator estruturante da organização econômica, política e social do mundo moderno, definição diferente da redução do trabalho como simples processo produtivo tratado por Taylor no início do século XX. Mais ainda que fator estruturante, o trabalho é meio de produção de coisas que se tornam condicionantes para a vida humana. (ARENDR, 2000).

[...] a condição humana compreende algo mais que as condições nas quais a vida foi dada ao homem. [...] tudo aquilo com o qual eles entram em contato torna-se imediatamente uma condição de sua existência [...]. Além das condições nas quais a vida é dada ao homem na Terra, [...] os homens criam as suas próprias condições [...] o que quer que toque a vida humana ou entre em relação duradoura com ela, assume o caráter da condição humana. (ARENDR, 2000, p. 17).

A definição que coloca o trabalho como agente de construção de coisas que condicionam a vida humana, associada ao fato de que a tecnologia (por meio da técnica, dos instrumentais, das ferramentas e das razões para o uso destas) determina novas formas de se trabalhar, conduzem a tecnologia a se constituir como um objeto que age como meio de construção das condicionantes humanas tratadas por Arendt (2000).

Se olharmos para a história das sociedades veremos que os instrumentais modificaram as formas de trabalhar. Como cita o professor Bastos (1997), “em volta das máquinas são organizadas as relações de trabalho e alterados os comportamentos dos trabalhadores”.

Estabelece-se, assim, uma natural associação entre ambos: trabalho e tecnologia. O que marca esta associação, adicionalmente, é o fato de que novas formas de trabalhar determinam e pedem novas tecnologias, que por sua vez determinam novas formas de trabalhar. Forma-se o ciclo de retroalimentação.

Assim, tal qual na relação com a ciência, a tecnologia na relação com o trabalho explicita uma estreita relação de reciprocidade reflexiva. Este reflexo é sintetizado por Feenberg (2005) ao citar: “[...] cada uma de nossas intervenções volta a nós mesmos de alguma forma, como *feedback* de nossos objetos”, dentro do conceito que ele define como “não finitude dos atos”.

## As demandas sociais e políticas como fontes

O nosso segundo grupo de objetos como fontes das escolhas tecnológicas abarca as demandas sociais e as demandas políticas. Contudo, antes de abordar as demandas sociais e políticas, é pertinente abordar a economia como fonte de escolhas tecnológicas.

Depois de vencida a barreira científica, uma análise puramente instrumental e matemática sobre a criação e viabilidade de alternativas tecnológicas certamente conduziria as escolhas sob o viés econômico.

O caminho da escolha econômica, a princípio, apresenta-se como a mais sensata: mais economia, maiores benefícios para a sociedade. A visão de Frederick Taylor na sua escola de administração científica, propulsora de avanços industriais e tecnológicos do século XX, seria, hipoteticamente, a visão única, direcionando todo esforço a um único pensamento: eficiência e eficácia como objetivos maiores.

Entretanto, esta visão taylorista, importante mas simplista para um mundo complexo, não traduz a realidade do histórico processo de desenvolvimento tecnológico. As demandas econômicas defendidas por Taylor no contexto da administração atuam, no âmbito do desenvolvimento tecnológico, em conjunto com demandas sociais e políticas, além de outras. No mundo real estas fontes se entrelaçam, se sobrepõem em determinados casos, se submetem a interesses, e, invariavelmente, caminham conjuntamente sob a forma de curvas senoidais próprias e concorrentes que modelam as forças de cada uma delas sobre as escolhas tecnológicas. Subjugar estas demandas é forçar um determinismo econômico não materializado.

Assim, se os caminhos científicos fizeram-se acompanhados da tecnologia a partir da Revolução Industrial, os caminhos da técnica e da tecnologia fizeram-se ao longo da história a partir de vários elementos, desde o lúdico, como citado por Dyson (1998), passando pela criatividade,

imaginação, economia, política, poder e sobrevivência. Portanto, escolhas econômicas não são únicas determinantes, e abrem significativos espaços para as demandas sociais e políticas.

Sobre as demandas sociais, no intuito de demonstrar a existência de várias fontes e caminhos para as escolhas tecnológicas, Andrade (2004), ao tratar sobre risco da inovação tecnológica e meio ambiente, cita a existência de duas fontes básicas de condução da inovação tecnológica: a fonte econômica e a fonte social, expondo a primeira como definidora inicial das estratégias de criação tecnológica e a segunda como o elemento de equilíbrio, para não fragilizar o desenvolvimento tecnológico pautado apenas na economia. Na mesma linha de mixagem entre fatores econômicos e fatores sociais, FEENBERG (1991 apud ANDRADE, 2004, p. 195) cita:

Todas as sociedades modernas se encontram em uma encruzilhada, encarando duas dimensões do desenvolvimento técnico. Elas podem permanecer no nível de instrumentalização primária, intensificando a exploração de seres humanos e da natureza, ou seguir em outra direção na qual as tendências tecnológicas integrativas apoiam aplicações emancipatórias. (ANDRADE, 2004, p. 195).

Sendo o trabalho de Andrade (2004) sobre meio ambiente, amplia-se para o fato de que além de uma discussão econômica e social, é também uma discussão que atinge a vida do planeta e dos homens. As aplicações emancipatórias imbricam possibilidades sociais, certamente impregnadas de ideologias. No caso em questão, o viés econômico mediante a exploração do homem e da natureza confronta-se com as escolhas para as sociedades. É o caráter social avançando sobre a economia para as opções tecnológicas, o que não significa necessariamente escolhas mais justas.

Como exemplo de que nem sempre a escolha social sobre a tecnologia implica justiça, cabe citar a análise feita por Winner (1980) a respeito dos viadutos e parques construídos em Long Island, Nova Iorque, durante os anos de atuação do seu construtor e idealizador, Robert Moses, no século XX. Nesta análise ele narra que um quantitativo significativo dos viadutos foram erguidos com uma altura que impedia a passagem de ônibus de transporte público sob sua construção, evitando, assim, o acesso das minorias raciais e sociais ao parque de Jones Beach e às vias do parque que seriam utilizadas por automóveis dos brancos ou para recreação. Foi puramente uma escolha com princípios sociais, sobrepondo uma escolha econômica ou técnica.

Em contraposição a uma escolha social negativa, existem inúmeras outras escolhas com boas intenções sociais, de caráter mais humano e holístico. Ainda pautado na mesma sociedade americana dos anos de 1970, Winner (1980) ilustra que muitas cidades fizeram, e ainda fazem, opções tecnológicas de modificação urbanas subordinadas ao conceito de mobilidade para portadores de necessidades especiais e pessoas idosas com dificuldades de locomoção. Estas modificações retratam escolhas tecnológicas positivas baseadas em influências de grupos organizados e de influências sociais, no intuito de atender a um grupo ou a comunidade em geral.

São exemplos simples e concretos que materializam sobreposições entre demandas sociais e econômicas.

Além das análises econômicas e das demandas sociais que sustentam opções tecnológicas, entrelaçam-se com estas as demandas políticas. Poder e interesses políticos, para o bem comum ou não, são componentes importantes, presentes e definidores ao longo da história da tecnologia.

Um caso emblemático de demanda social, mas que se liga visceralmente com a demanda política, trata-se da utilização de cisternas para o combate à seca no sertão nordestino brasileiro. Conforme Pedreira (2004), as cisternas permaneceram durante 25 anos como uma boa solução, economicamente viável e socialmente útil. Contudo, tão somente após a implantação do denominado Programa Fome Zero, na primeira década dos anos 2000, ou seja, tão somente após uma decisão e vontade política e consequente implantação de política pública é que a mesma foi posta em prática, e as cisternas tornaram-se rapidamente um instrumento importante de convivência com a seca, beneficiando milhares de pessoas.

Em outro contexto bastante distinto podemos citar o caso da bomba atômica, cujo evento reflete de forma inequívoca o quanto ciência, política e poder se entrelaçam nos caminhos da tecnologia. As descobertas científicas sobre o nêutron no início dos anos 30 do século XX foi

responsável por modificações sobre os estudos da energia atômica. A partir destas descobertas outras foram feitas, especialmente as que conduziram diretamente à propriedade e capacidade de se gerar energia em grandes quantidades com poder explosivo e destrutivo. Era uma descoberta científica, até então. Entretanto, a demanda política e de poder, impulsionada pela Segunda Grande Guerra, foi fundamental para que esta descoberta científica se tornasse posteriormente um elemento a serviço de produção tecnológica: a criação da bomba atômica, idealizada e materializada como instrumento tecnológico de poder.

Energia nuclear e bomba atômica representam certamente objetos e eventos dos mais marcantes para a humanidade. A magnitude desta submissão da tecnologia ao poder político marcou e mudou a humanidade, frisa-se que inclusive nos aspectos econômicos cujos rumos modificaram-se na Europa a partir de então.

Ao mesmo tempo, muitos dos avanços da medicina foram produtos da mesma descoberta do segmento nuclear. Imbricam-se demandas sociais com demandas políticas nas escolhas tecnológicas e no desenvolvimento tecnológico, ora para o bem da humanidade e ora para o desespero da humanidade.

Neste mesmo caminho da energia nuclear e das escolhas com base em aspectos políticos, Dyson (1998) aborda sobre a opção tecnológica da energia nuclear realizada após o final da Segunda Guerra Mundial. Inicialmente sob o viés social, o fetiche foi logo instalado:

Após o fim da Segunda Guerra Mundial, a ideologia da energia nuclear disseminou-se por todo o mundo, levada por um intenso desejo de criar algo pacífico e útil a partir das ruínas [...]. Cientistas, políticos e líderes industriais eram igualmente enfeitiçados pela visão de que aquela nova e poderosa força da natureza, que matara e mutilara na guerra, poderia agora, na paz, fazer com que desertos florescessem [...]. [...] sociedades capitalistas e comunistas criaram Agências de Energia Atômica [...]. Vultosos fundos foram despejados nos laboratórios [...]. (DYSON, 1998, p. 31)

Porém, a tecnologia em pauta mostrou-se economicamente mais cara e ambientalmente menos segura. Neste caso, como cita Dyson (1998), a opção pela energia nuclear tinha que politicamente ser fadada ao sucesso e, para tal, as regras de contabilização de custos e de segurança foram modificadas propositadamente para conduzir ao sucesso, embora falso ou autoenganável. A escolha, que iniciou a partir da pressão social, migrou para a esfera política.

É consternador observar que, mesmo com esta tecnologia mostrando-se arriscada para as populações (com efeitos trágicos a exemplo de Tree Mile Island em 1979, Chernobyl em 1986, Goiânia em 1987 e Fukushima no ano de 2011), as soluções baseadas em energia nuclear e similares ainda são comercializadas pelo mundo, criando um cenário no qual questões econômicas e políticas se misturam, no qual tecnologias e equipamentos obsoletos são empurrados para países periféricos, e no qual as questões sociais, com populações periféricas sendo postas como passíveis de um eventual acidente em nome do desenvolvimento econômico, são todas mixadas e colocadas como premissas para uma escolha tecnológica, sobre uma balança de pesos diferentes a depender da força política e econômica no cenário mundial dos países envolvidos. Neste momento, as questões éticas explodem tanto quanto uma bomba atômica, não importando para muitos os seus estragos.

Retornando às escolhas políticas sobre as tecnologias, estas se espalham pelo mundo. A história do dirigível R101, narrada e comentada por Dyson (1998), mostra o quanto uma fonte política é capaz de fazer uma escolha tecnológica. Nesta escolha, a opção por um dirigível não testado, mas grande o suficiente para exibir impacto sobre outras nações e mostrar poderio político e econômico da comunidade britânica, causou uma tragédia e o fim de uma tecnologia.

Escolhas políticas nem sempre estão centradas no âmbito do Estado, podendo encontrar-se no âmbito privado. Winner (1980) cita como exemplo a opção por máquinas baseadas em ar comprimido para a produção de ceifeiras em uma indústria americana em 1880, cuja opção foi realizada com intenção política, para enfraquecer o sindicato de moldadores de ferro. Mesmo a um custo maior, que conduziu à aposentadoria destas máquinas poucos anos à frente, a escolha foi

vista, para um determinado período, como positiva pelo proprietário, pois conseguiu enfraquecer o sindicato com o qual ele mantinha uma luta desgastante.

Nos dois casos, da energia nuclear e do dirigível, os resultados foram desastrosos, e, no caso da máquina da indústria ceifeira, foi construído a partir de perdas econômicas iniciais. Entretanto, isto não significa que sempre as escolhas políticas são ruins, apenas demonstra-se que escolhas tecnológicas sofrem todo tipo de pressão e influência.

Continuando com a materialidade de exemplos, alguns anos na frente temos o caso da tecnologia espacial. Muito mais do que científica, a conquista da Lua foi um evento político, de medição de poder entre as duas grandes potências políticas mundiais da época: Estados Unidos e União Soviética. Esta última foi capaz de colocar o primeiro homem no espaço, o que significou a decisão política dos americanos em investir, a qualquer preço, para colocar primeiro o homem na Lua. A relação econômica custo-benefício, sem trocadilho, foi verdadeiramente para o espaço. A força política determinou a escolha tecnológica.

Outros exemplos se acumulam. Um dos mais relevantes é o da prevenção e tratamento do câncer. As raízes e veias deste problema na ciência e na tecnologia são significativos. As escolhas científicas, e aqui entra o poder de financiamento do Estado analisado no próximo subtítulo, são sistematicamente direcionadas à produção de medicamentos e tecnologias para tratamento do câncer. Aparelhos caros, medicamentos caros, logística de produção e distribuição, hospitais e tratamentos de vultosos criam um comércio ativo destes e outros elementos que gravitam ao redor do problema de saúde em questão. Gira-se em torno do câncer um número significativo da economia mundial.

Entretanto, muito pouco se faz no combate à produção de alimentos comprovadamente cancerígenos. O caminho do desenvolvimento de tecnologias para o tratamento, com custos elevados de investimentos públicos e de ganhos para as indústrias que as produzem, são priorizados sobre ações políticas de combate ao fumo, alimentos cancerígenos ou uso de agrotóxicos nocivos, por exemplo. Não se trata de uma escolha econômica com base na eficiência, mas de uma escolha econômica com base nos ganhos econômicos de determinados grupos, cuja influência nas políticas públicas de incentivo à saúde são maiores do que as demandas sociais das populações. O câncer, distante de não ser um problema de saúde, é também um problema de escolha tecnológica submetida à política e à economia. A questão do câncer envolve demanda social, demanda política e inserção do Estado.

Os exemplos citados, que subordinam a ciência e as escolhas tecnológicas, reforçam as afirmações de Japiassu (1979):

[...] para cada vez mais uma suspeita sobre o número crescente de consequências do desenvolvimento científico: a degradação das relações individuais nas sociedades industrializadas, a utilização das pesquisas científicas para fins destruidores, a possibilidade de manipulação crescente dos indivíduos, a utilização maciça dos cientistas, de seus métodos e de seus "produtos" para fins repressivos, a obsessão patológica pelo consumo. (JAPIASSU, 1979, p. 135).

## **O Estado e a Classe Científica como fontes**

Nos exemplos citados as escolhas foram pautadas sobre o produto final, ou seja, por uma opção tecnológica sobre o concreto realizável. Entretanto, estas escolhas econômicas, sociais, políticas, do trabalho e da ciência não são únicas. A materialização de escolhas tecnológicas está pautada no desenvolvimento tecnológico, e este depende de apoio financeiro, logístico e legal para ocorrer proficuamente. Neste sentido, entramos no terceiro grupo de fontes: o Estado e a classe científica.

As estruturas do Estado a serviço da tecnologia e da ciência, as políticas de incentivos fiscais e os investimentos públicos orçamentários são caminhos para as forças políticas e sociais se manifestarem, mesmo que de forma tangente, sobre as escolhas tecnológicas.

A história do apoio à ciência e a tecnologia remonta a uma época bastante antiga, com fases

baseadas em sobrevivência do cientista, de riscos ao inventor, de falta de recursos, de obscuridade e de pouco estabilidade. Formas de apoio à ciência e tecnologia alternaram-se entre incentivos familiares, sacerdotais, governamentais e mecenato. A ligação entre Estado ou o poder com a ciência, a academia e os seus produtos não é fato da modernidade. Neste sentido revela Baiardi (1995) ao tratar da ligação entre o poder da corte e a academia:

Os projetos de pesquisa propostos nas academias tinham seu mérito avaliado não somente pelo fato que ampliariam horizontes do conhecimento, mas também porque poderiam ser úteis ao desenvolvimento de capacitação técnico-científica que pudesse ser funcional à corte para apreciar e decidir questões técnicas, legais, etc. O advento das academias vinculadas às cortes sinalizou, também, uma aceitação pública da ciência, e o reconhecimento da importância desta atividade para reorganização do moderno Estado secular. (Baiardi, 1995, p. 87)

A marca desta mudança deu-se a partir do século XVIII com a fundação da Real Academia de Ciências da França e, de forma mais profícua, a partir do século XX, com a elevação das formas de apoio à categoria de Políticas Públicas de Ciência e Tecnologia em vários países, na tentativa de desvincular como forma de poder e vincular como ação para benefício público (BAIARDI, 1995).

Pelo mundo diversificam-se as formas de incentivo, com aproximações menores e maiores entre interesse público e privado, entre estratégias de Estado e estratégias da academia, entre poder e conhecimento. Cita Salomon (1989 apud Baiardi, 1995) que “o encontro do saber com o poder não constitui, de maneira nenhuma, uma singularidade dos nossos tempos”. É a marca do desenvolvimento tecnológico. Exemplo expressivo foi a ação do Partido Nazista Alemão sobre as ciências e o desenvolvimento tecnológico na Alemanha na época entre as duas grandes guerras mundiais. Intervenções desastrosas, personagens importantes substituídas por homens de pouca expressão no mundo tecnológico e científico, escolhas baseadas no poder político, bélico e ideológico. Algo semelhante ao que aconteceu na ex-União Soviética anos depois (BAIARDI, 1995).

Outro fator base para o fomento do desenvolvimento tecnológico é o da escolha das políticas de industrialização dos países. Na América Latina, por exemplo, após o período colonial os governos precisaram estabelecer políticas de incentivo à produção industrial própria. Para tal, acesso das camadas populares aos bens; incentivo a novos modos de produção agrícola, não baseada no latifúndio, mas na inovação e modernização; a ruptura da produção de commodities; e um Estado com autoridade sobre os assuntos estratégicos do desenvolvimento eram insumos necessários.

Contudo, estes insumos não foram conquistados. Manteve-se uma política de produção industrial a partir do desinteresse de produção pelos países centrais; de importação de produtos com tecnologia aplicada; e de baixo investimento em pesquisa e desenvolvimento. Estabeleceu-se uma relação entre investimentos internos em pesquisa e desenvolvimento e importação de tecnologia muito baixa, causa do pouco desenvolvimento tecnológico autônomo. (LIMA, 2005).

Esta escolha nos países latinos não foi acidental, foi uma política de Estado já iniciada sob a égide do colonialismo e embuçada em um pseudoprojeto de desenvolvimento. Os impactos deste modelo no desenvolvimento tecnológico foram e são de alcance de longo prazo.

Tão importante quanto a ação dos Estados sobre os investimentos e determinação de caminhos do desenvolvimento tecnológico encontram-se as forças de organizações e classes científicas, não necessariamente formais, que exercem algum tipo de poder sobre estes caminhos.

Por esta fonte, a força se instaura a partir da própria classe científica assumir posicionamentos sobre as escolhas tecnológicas. Como cita Baiardi (1995), historiadores afirmam que a comunidade científica e de pesquisadores são movidos por interesses e pela competição, assim, as suas *práxis* se movimentam por posições pessoais ou corporativas.

Embora os exemplos de influências sociais, políticas e de trabalho sejam correntes, permanece ativo, em parte da classe científica, o pensamento que considera a tecnologia como um produto puramente extraído de uma opção técnica que equilibra a relação custo-benefício e isenta-se de influências não técnicas e históricas. Assim, visualiza-se a tecnologia como instrumento útil, numa abordagem mais direcionada ao aspecto técnico do objeto tecnológico e de sua aplicação prática

e menos direcionada ao aspecto social, adotando o conceito de matriz tecnológica instrumental exposta por Lima Filho e Queluz (2005).

Por esta matriz, ciência e economia são os fatores determinantes e os demais descumprem papel importante. Trata-se da tentativa da construção da tecnologia como um elemento neutro e com finalidade específica. Da mesma forma como Marx definiu o fetiche da mercadoria como um processo de obscurecimento da relação fabricante-consumidor, o fetiche da tecnologia busca mascarar o caráter relacional da tecnologia, na busca de colocá-la como uma instância puramente técnica, não social, e alienante. (FEENBERG, 1999).

Por outro lado, há os grupos científicos que adotam a linha de matriz relacional, também descrita por Lima Filho e Queluz (2005), como contexto de produção tecnologia. Por esta linha, a tecnologia é um elemento de construção, aplicação e apropriação de práticas, saberes e conhecimentos, numa visão ampliada da sua relação com a sociedade e com os fatores sociais.

A decisão em qual segmento o próprio cientista ou tecnólogo se encontra estabelece forças maiores ou menores para cada uma das matrizes citadas. Neste momento, a classe dos que produzem ciência e tecnologia inserem-se em uma intersecção entre ideologia e técnica. É o conceito dado por Feenberg (2002, apud Dagnino & Novaes, 2004) como sendo “os códigos técnicos invisíveis”, onde se materializa um interesse particular com uma solução tecnicamente coerente no âmbito de um problema. O conceito de “código técnico invisível” pressupõe, portanto, a existência de diferentes soluções para um mesmo problema técnico. (FEENBERG, 2002, apud DAGNINO & NOVAES, 2004).

Existindo diferentes soluções abrem-se caminhos para escolhas mais adequadas ou menos adequadas, exigindo conhecimento, capacidade técnica e capacidade analítica, com esta sendo, então, conduzida por um olhar mais holístico da tecnologia e de construção de uma sociedade com mais equidade a partir da inserção de grupos minoritários nas discussões tecnológicas. Existem, então, saídas menos dolorosas.

Se as fontes exercem pressão de cima para baixo sobre as escolhas tecnológicas, os cientistas, os técnicos, e a sociedade esclarecida e organicamente ativa podem exercer pressão de baixo para cima, numa contraposição útil para o desenvolvimento tecnológico estabelecido a partir de suas visões sobre o papel da tecnologia no mundo. Contudo, é preciso compreender o contexto e posicionar-se.

## **Considerações finais**

A neutralidade da construção tecnológica, baseada apenas na análise da evolução técnica e do seu utilitarismo produtivo representa uma simplificação de um contexto de relações complexas, e carrega o interesse de se produzir tecnologia não como artefato de desenvolvimento humano, mas de exploração do ser humano e da natureza pelo próprio ser humano.

Negar a reciprocidade da tecnologia com o mundo e seus objetos sociais, políticos, econômicos, científicos e do trabalho, representa estabelecer um finitude do objeto e de sua criação, incompatível com a realidade histórica, seja no desenvolvimento e inovação tecnológica, seja na aplicação da tecnologia como fim. Os exemplos ao longo da história demonstram isto.

É necessário analisar onde, quando e quanto cada uma das forças está influenciando as escolhas tecnológicas, para, a partir desta análise, ser possível estabelecer juízo de valor sobre uma tecnologia produzida ou a ser desenvolvida. Destaca-se, então, o que se pretendeu construir aqui, isto é, exemplificar e sistematizar fatos e posicionamentos sobre a não possibilidade da neutralidade tecnológica.

A democratização da tecnologia, a partir de uma visão mais humana e social da mesma e da integração dos diversos atores sociais na discussão, representa o melhor caminho para um desenvolvimento tecnológico que não apenas diminua desigualdades, mas que também proteja a própria humanidade no seu crescimento social, dando, a partir da maior participação social, legitimidade às decisões. O sentido de utilitarismo como fim ou do bem comum como fim, exposto por Arendt (2000) ao contrapor finalidades da tecnologia, é uma questão de fundamental importância nas discussões sobre tecnologia.

Neste contexto, é importante a reflexão das organizações, científicas ou não, sobre as escolhas tecnológicas adotadas para as sociedades. Dentre estas organizações destaca-se o papel

das instituições de ensino e pesquisa, que devem abraçar esta reflexão sobre a tecnologia. A universidade, enquanto ator produtor de tecnologia, não tem o direito de ausentar-se da discussão sobre tecnologia e sociedade, reduzindo o papel da tecnologia e reduzindo a sua responsabilidade perante a sociedade.

Não se trata de oposição ao desenvolvimento tecnológico, mas de se dar um novo patamar ao desenvolvimento tecnológico, saindo do utilitarismo para o desenvolvimento social, a partir da reflexão e análise consciente. Significa integrar como fonte de desenvolvimento tecnológico o bem comum, o sentido de equidade e de justiça. Mira-se, então, a mensagem final que o biólogo Haldane, em seu livro *Daedalus*, citado por Dyson (1998, p.83), fez sobre o uso da tecnologia: “as pessoas comuns podem transformar o mal em bem, caso tenham a coragem necessária e uma liderança moral”.

## Referências

ANDRADE, Thalles. **Inovação tecnológica e meio ambiente**: a construção de novos enfoques. Ambiente & Sociedade, Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, Brasil, v.7, n.1, pp.89-105, jan-jun, 2004.

ARENDT, Hannah. **A condição humana**. Tradução de Roberto Raposo. 10. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2000.

BAIARDI, Amilcar. **Sociedade e Estado no apoio à Ciência e à Tecnologia**: uma análise histórica. São Paulo, Hucitec, 1995.

BASTOS, João Augusto de S. L. A. **Educação e Tecnologia**. Educação & Tecnologia, Curitiba, n.1, p.4-29, jul. 1997. Disponibilidade em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/revedutec-ct/article/viewFile/1007/601>>. Acesso em: 15 nov 2016.

CUNHA, Antônio Geraldo da. **Dicionário Etimológico da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Lexikon, 2007.

DAGNINO, Renato; NOVAES, Henrique T. **O fetiche da tecnologia**. Revista Org & Demo, Marília, v.5, n.2, p.189-210, 2004.

DYSON, Freeman. **Mundos imaginados**. Tradução de Cláudio Weber Abramo. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

FEENBERG, Andrew. **Teoría crítica de la tecnología**. Traducción de Claudio Alfaraz. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología e Sociedad, Buenos Aires, v. 2, n. 5, mayo 2005. Disponibilidade em: <[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-00132005000200007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-00132005000200007&script=sci_arttext)>. Acesso em: 16 nov 2016.

\_\_\_\_\_. **Transforming Technology**. New York: Oxford University Press, 2002. In: Dagnino, Renato; Novaes, Henrique T. **O fetiche da tecnologia**. Revista Org & Demo, Marília, v.5, n.2, p.189-210, 2004.

\_\_\_\_\_. **A filosofia da tecnologia numa encruzilhada**. 1999 Tradução de Newton Ramos-de-Oliveira. Disponibilidade em: <<http://www.sfu.ca/~andrewf/portu1.htm>>. Acesso em: 12 nov 2016.

\_\_\_\_\_. **Critical theory of technology**. Oxford: Oxford University Press, 1991. In: Andrade, Thalles. **Inovação tecnológica e meio ambiente**: a construção de novos enfoques. Revista Ambiente & Sociedade, v. 7, n. 1, p. 89-105, jan-jun, 2004.

HOBBSAWM, E. **A Era das Revoluções: 1789-1848**. 7. ed. Tradução de Maria Tereza Lopes Teixeira, Marcos Penchel. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.

JAPIASSU, Hilton. **Introdução ao Pensamento Epistemológico**. Rio de Janeiro: Editora Livraria Francisco Alves, 1979.

LIMA FILHO, D. L. e QUELUZ, Gilson. **A tecnologia e a educação tecnológica: elementos para uma sistematização conceitual**. Revista Educação & Tecnologia, Belo Horizonte, v.10, n.1, p.19-28, jan-jun. 2005.

LIMA, P. G. **Unha de gato em novelo de lã ou do financiamento da pesquisa científica & tecnológica no governo Fernando Henrique Cardoso (1995-2002): o dito e o feito no “plano real”**. Tese de doutoramento. Faculdade de Ciência e Letras da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita. Araraquara, 2005.

PEDREIRA, Juçara S. e LASSANCE JR, Antônio E. **Tecnologias Sociais e Políticas Públicas**. In: **Tecnologia social uma estratégia para desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004.

SALOMON, J. J. **Science et politique**. Paris: Economica, 1989. In: BAIARDI, A. **Sociedade e Estado no apoio à Ciência e à Tecnologia: uma análise histórica**. São Paulo: Hucitec, 1995.

WINNER, Langdon. **Do Artifacts Have Politics?** Daedalus, MIT Press, v.109, n.1, p.121-136, 1980. Disponibilidade em: <<http://www.jstor.org/stable/20024652>>. Acesso em: 21 nov 2016.

Recebido em 20 de junho de 2017.

Aceito em 6 de novembro de 2017.