

Universidade Federal de Sergipe
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
Programa de Pós-Graduação em Sociologia
Doutorado em Sociologia

DIEGO RODRIGUES SOUTO CALAZANS

NANOTECNOLOGIAS E
MERCANTILIZAÇÃO DA VIDA HUMANA

São Cristóvão – Sergipe
Julho de 2014

DIEGO RODRIGUES SOUTO CALAZANS

NANOTECNOLOGIA E MERCANTILIZAÇÃO DA VIDA HUMANA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sociologia da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial para obtenção do grau de doutor em Sociologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Tânia Elias Magno da Silva

São Cristóvão – SE

Julho de 2014

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Calazans, Diego Rodrigues Souto.
C143 n Nanotecnologias e mercantilização da vida humana /
Diego Rodrigues Souto Calazans; orientadora Tânia
Elias Magno da Silva. – São Cristóvão, 2014.
213 f.: il.

Tese (Doutorado em Sociologia) – Universidade
Federal de Sergipe, 2014.

1. Sociologia. 2. Nanotecnologia. 3. Sociedade de
consumo. I. Silva, Tânia Elias Magno da, orient. II.
Título.

CDU 316:620.3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Programa de Pós-Graduação em Sociologia

Mestrado e Doutorado em Sociologia

Cidade Universitária "Prof. José Aloísio de Campos"

PPGS/UFS CEP: 49.100-000 - Tel. fax: (079) 2105-6792

Ata de Defesa Pública de Tese de Doutorado

Aos 17 (dezesete) dias do mês de setembro de 2014 (dois mil e quatorze), reuniu-se a Comissão Julgadora composta pelos Professores Doutores Tânia Elias Magno da Silva (Orientadora), Wilson Engelmann (examinador), Luiz Carlos Rondini (examinador), Paulo Sérgio da Costa Neves (examinador) e Christine Jacquet (examinadora) para avaliar a Tese de **Diego Rodrigues Souto Calazans**, intitulada "**Nanotecnologias e a Mercantilização da Vida Humana**". Na qualidade de presidente da Banca, a orientadora passou a palavra ao candidato para que fizesse uma exposição oral de até 30 minutos. Em seguida, o candidato foi arguido pelos membros da banca na seguinte ordem: Prof. Dr. Wilson Engelmann, Prof. Dr. Luiz Carlos Rondini, Prof. Dr. Paulo Sérgio da Costa Neves, Prof.^a Dr.^a Christine Jacquet e, por último, Prof.^a Dr.^a Tânia Elias Magno da Silva. Terminada a arguição, o candidato retirou-se da sala para que os Membros da Comissão Julgadora concluíssem a avaliação. Ato contínuo, na presença do Candidato, a Presidente anunciou que o Candidato foi considerado aprovado com o conceito A (menção _____). A Presidente proclamou o Candidato **DOCTOR EM SOCIOLOGIA**, informando-lhe que a versão definitiva da tese deverá ser apresentada à Secretaria do Programa no prazo de 90 (noventa) dias a contar da presente data, em 05 (cinco) exemplares. Em seguida, agradeceu aos membros da Comissão Julgadora e aos presentes e encerrou a sessão. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pelos Membros da Comissão Julgadora. Cidade Universitária "Prof. José Aloísio de Campos", **17 de setembro de 2014**.

Tânia Elias M. Silva

Orientadora

Christine Jacquet

Examinadora

[Assinatura]

Examinador

Wilson Engelmann

Examinador

[Assinatura]

Examinador

RESUMO

O presente estudo analisa a relação entre as inovações tecnocientíficas no campo das nanotecnologias que permitem manipular os constituintes fundamentais do corpo humano e o processo de mercantilização da vida humana, como disponibilização comercial desses constituintes. A tese foi elaborada usando textos disponíveis na internet como corpus documental. Foram analisados artigos, textos jornalísticos e relatórios referentes à definição e história das nanotecnologias, bem como suas aplicações nas áreas médicas. Como esse trabalho trata de dois objetos em campos de estudo diferentes, as nanotecnologias e a mercantilização, sua base teórica é necessariamente ampliada para dar conta do tema. O estudo constatou a forte interdependência entre tecnociências e sociedade, particularmente entre tecnociências, capital e Estado. Essa interdependência é o que conecta o conceito de disponibilidade técnica, isto é, a possibilidade de dispor tecnicamente de porções cada vez maiores do mundo com o advento de inovações como as trazidas pelas nanotecnologias, ao conceito de mercantilização da vida humana. As inovações são produzidas com o objetivo de serem mercantilizadas e os investidores encaram as inovações como a principal fonte de novas mercadorias. Apontado como irreversível por seus defensores, o processo de mercantilização é limitado tanto por regulações estatais que respondem a demandas de setores da sociedade civil quanto pela rejeição dos consumidores, espontânea ou organizada na forma de boicotes. Essas limitações podem tornar inviável a produção e/ou distribuição da mercadoria desenvolvida a partir dessas inovações tecnológicas.

Palavras-Chave: Sociologia – Nanotecnologias – Mercantilização da Vida Humana

ABSTRACT

This study examines the relationship between the technoscientific innovations in the field of nanotechnologies that allow us to manipulate the fundamental constituents of the human body and the process of commodification of human life, ie the commercial availability of the constituents of human body. This thesis has been developed by using texts available on the internet. Articles, newspaper articles and reports relating to the definition and history of nanotechnology and its applications in medical areas were analyzed. As this paper deals with two objects in different fields of study, nanotechnologies and commodification, its theoretical basis is necessarily extended to account for the topic. The study found a strong interdependence between technoscience and society, particularly among technosciences, capital and the state. This interdependence is what connects the concept of technical availability, ie the possibility of having technically increasingly larger portions of the world with the advent of innovations as brought by nanotechnology, to the concept of commodification of human life. Innovations are produced with the objective of being commodified and investors perceive innovations as the main source of new goods. Appointed as irreversible by its advocates, the process of commodification is limited both by state regulations that respond to demands from civil society and by the rejection of consumers, spontaneous or organized in the form of boycotts. These limitations can cripple production and/or distribution of merchandise developed from these technological innovations.

Keywords: Sociology – Nanotechnologies – Commodification of Human Life

RÉSUMÉ

Cette étude examine la relation entre les innovations technoscientifiques dans le domaine des nanotechnologies qui vous permettent de manipuler les constituants fondamentaux du corps humain et le processus de marchandisation de la vie humaine, tels que la disponibilité commerciale de ces constituants. La thèse a été développée en utilisant les textes disponibles sur l'Internet comme corpus de documents. Des articles, des articles de journaux et de rapports relatifs à la définition et à l'histoire de la nanotechnologie et ses applications dans les domaines médicaux ont été analysés. Comme cet article traite de deux objets dans différents domaines d'études, les nanotechnologies et la commercialisation, sa base théorique est nécessairement élargi pour tenir compte du sujet. L'étude a révélé une forte interdépendance entre la technoscience et de la société, en particulier parmi les technosciences, le capital et l'Etat. Cette interdépendance est ce qui relie le concept de la disponibilité technique, à savoir, la possibilité d'avoir de plus en plus technique des portions plus grandes du monde avec l'avènement d'innovations comme apportée par la nanotechnologie, le concept de la marchandisation de la vie humaine. Les innovations sont produites dans le but de marchandisation et les investisseurs considèrent l'innovation comme la principale source de nouveaux produits. Nommé comme irréversible par ses défenseurs, le processus de marchandisation est limitée à la fois par la réglementation de l'État qui répondent aux exigences des secteurs de la société civile que le rejet par les consommateurs, spontanées ou organisées sous la forme de boycotts. Ces limitations peuvent paralyser la production et / ou distribution de marchandises développé à partir de ces innovations technologiques.

Mots-clés: Sociologie - Nanotechnologies - La marchandisation de la vie

a Hefesto, pelo objeto.

a Regina, pelo motivo.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer inicialmente à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa concedida, sem a qual esse trabalho, do modo como feito, não teria sido possível. Foi extremamente frutífero poder me dedicar exclusivamente à realização dessa pesquisa e a me fazer presente em diversos eventos acadêmicos no Brasil e em outros países, apresentando os resultados parciais do estudo e debatendo com meus pares a melhor forma de abordar a questão. Essa é a segunda bolsa que recebo da Capes, sendo a primeira a bolsa que me permitiu realizar o mestrado também em regime de dedicação exclusiva. Sou imensamente grato a essa instituição pela confiança depositada em mim e espero que esse trabalho faça jus a essa confiança.

Agradeço enormemente ao Programa de Pós-Graduação em Sociologia (PPGS) por ter me acolhido e me incentivado nos longos anos do mestrado e do doutorado. Entre 2007 e 2014, o PPGS foi meu segundo lar. Agradeço aos colegas que me acompanharam nesses anos todos, pelas discussões e pela camaradagem. E agradeço a todos os professores do programa que foram de alguma forma importantes na construção de minha persona acadêmica. Nesse momento, peço licença para fazer uma menção especial ao meu orientador de mestrado, o professor Franz Brüseke, a quem agradeço por ter apostado em meu projeto de tese e me ajudado a garantir a vaga.

À minha orientadora de doutorado, a professora Tânia Elias Magno da Silva, a minha absoluta gratidão por ter me convidado a fazer parte de sua pesquisa sobre as consequências sociais das nanotecnologias, graças à qual recebi minha bolsa, e por ter aceitado assumir o cargo de orientadora após a perda do meu orientador inicial. Obrigado por não ter desistido de mim.

Agradeço à Rede Brasileira de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma) pelo imenso auxílio na realização desse trabalho e pelos convites para participar de seus seminários internacionais. Agradeço também à Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (Fundacentro) pelas contribuições à tese. Agradeço ainda aos diversos pesquisadores brasileiros e estrangeiros com quem conversei em diversas ocasiões sobre esse trabalho e que me deram informações preciosas e dicas importantes.

Agradeço aos amigos que me ajudaram a aguentar a carga do doutorado, especialmente a William Beetstra, sociólogo aposentado da Universidade da Califórnia em Berkeley, que ajudou a entender o que era esperado de mim; a ele devo boa parte da minha postura acadêmica e do estilo adotado nessa tese. Thanks, Bill!

Gostaria de fazer um agradecimento especial ao meu tio, Claudio-nor, por garantir os recursos necessários para que eu pudesse passar vários meses, após o mestrado, me dedicando exclusivamente à elaboração do projeto de tese. Sem esses recursos, meu doutorado teria de ser adiado por tempo indeterminado. Muito obrigado por confiar em meu trabalho.

Gostaria de agradecer também a minhas tias Nice e Diva, e a minha avó, Dona Julita, por também contribuírem com os recursos necessários para que eu pudesse me dedicar a consolidar minha carreira acadêmica antes de ingressar no mercado de trabalho. Sua ajuda foi de fundamental importância e eu nunca poderei agradecer o bastante. Obrigado também por ajudar em vários momentos em que a bolsa não foi o bastante para as despesas imprevistas que sempre acabam por arruinar nossas finanças.

Agradeço à minha esposa Regina pela paciência e pelo apoio e por ser minha razão maior para nunca desistir. Regina e nossos sete gatos sempre me lembram o porquê de enfrentar cada etapa da carreira acadêmica com a cabeça erguida. Obrigado por ter estado ao meu lado em todos os momentos.

Por fim, mas nunca menos importante, agradeço aos deuses não apenas por todas as vezes em que sua ajuda foi sentida (foram muitas!), mas, acima de tudo, por não atrapalharem a realização desse trabalho com os milhares de empecilhos possíveis que usualmente atribuímos ao acaso. E agradeço ainda por terem tão generosamente inflado meu espírito nos momentos de desespero e me concedido, particularmente meu amado Mensageiro, algumas gotas de sorte quando tudo parecia perdido. Σας ευχαριστώ, θεοί!

SUMÁRIO

Introdução	12
Capítulo 1. Nanotecnologias e Sociedade	20
1.1. O que são Nanotecnologias?	22
1.2. Nanotecnologias e Incerteza	27
1.3. História das Nanotecnologias	36
1.4. Nanotecnologias no Brasil	56
Capítulo 2. Mercantilização de Inovações Tecnocientíficas	64
2.1. Interdependência entre Tecnociências, Capital e Estado	66
2.2. Mercantilização e Sociedade de Consumo	105
Capítulo 3. Os Rumos da Mercantilização da Vida Humana	133
3.1. Mercantilização da Vida Humana – Eugenia de Estado	135
3.2. Mercantilização da Vida Humana – Eugenia de Mercado	150
3.3. Mercantilização da Vida Humana – Futuro Pós-Humano?	166
Conclusão	187
Referências	192

INTRODUÇÃO

O presente estudo analisa a relação entre as conquistas no campo das nanotecnologias e o processo de mercantilização da vida humana. Chamamos de “mercantilização da vida humana” a disponibilização comercial dos constituintes fundamentais do corpo humano, isto é, os genes, hormônios, órgãos, tecidos e fluidos corporais. Esse processo está historicamente associado à implementação de medidas eugênicas¹ pelos Estados nacionais do fim do século XIX a meados do século XX e ao surgimento de uma eugenia de mercado, com a redução do papel dos Estados nacionais nos processos decisórios macroeconômicos, na segunda metade do século XX. Apontado como irreversível por seus defensores, o processo de mercantilização das inovações tecnocientíficas, do qual faz parte a mercantilização da vida humana através da apropriação econômica de avanços nas nanotecnologias, é limitado tanto por regulações estatais que respondem a demandas de setores da sociedade civil quanto pela rejeição dos consumidores, espontânea ou organizada, que pode tornar inviável a produção e/ou distribuição da mercadoria desenvolvida a partir dessas inovações tecnocientíficas².

As nanotecnologias são tecnociências³ recentes que estudam e manipulam materiais em escala atômica ou molecular, aumentando com isso a disponibilidade técnica do mundo. Nas sociedades capitalistas, uma vez de-

1 A eugenia é uma doutrina científica, surgida em 1883, que propõe o controle técnico da qualidade biológica de populações humanas. Diversos Estados nacionais implementaram medidas políticas que tinham como fim melhorar a qualidade biológica de seus cidadãos. Essas medidas focavam-se no controle das circunstâncias da reprodução humana. Foram empregadas táticas como a esterilização em massa e a interrupção compulsória da gravidez de grupos considerados inaptos à reprodução.

2 Diferenciamos inovação da invenção porque a inovação “requer a aplicação prática da invenção a diversos ramos da economia” (Foladori & Invernizzi, 2006, p.116).

3 O termo “tecnociência” é um neologismo empregado usualmente nas análises de Bruno Latour, que o considera relevante para ressaltar que a técnica e a ciência modernas não podem ser analisadas separadamente, sendo melhor vistas como duas fases distintas de um mesmo processo. A respeito disso, ver Latour (1997).

envolvidas e divulgadas, as novas possibilidades técnicas tendem a ser difundidas como mercadorias. Isso se dá pela soma da necessidade capitalista de produzir continuamente novas mercadorias para manter o mercado aquecido e da necessidade dos cientistas de encontrar fontes de financiamento para suas pesquisas. Os cientistas recebem seu financiamento em troca do uso das inovações desenvolvidas na produção de novas mercadorias. Na medida em que as tecnociências possibilitam que mais porções do mundo possam ser transformadas em mercadoria, elas possibilitam o aprofundamento da mercantilização do mundo. A mercantilização da vida humana é um caso especial de mercantilização do mundo. As inovações tecnocientíficas aumentam a colonização do mundo pelo capital, não como consequência inesperada ou secundária, mas como efeito mais desejado e causa fundamental dos investimentos que as viabilizam. Partimos da hipótese de que esse movimento seria inexorável.

Construção da Tese

O presente trabalho foi desenvolvido dentro de um projeto de pesquisa que envolve cientistas de áreas diversas e de todas as regiões do país, chamado “Nanotecnologias aplicadas aos alimentos e aos biocombustíveis: reconhecendo os elementos essenciais para o desenvolvimento de indicadores de risco e de marcos regulatórios que resguardem a saúde e o ambiente” (Projeto REDE NANOBIOTEC BRASIL/CAPES). Iniciado em 2009, trata-se do primeiro projeto brasileiro de pesquisa em nanotecnologia que envolve pesquisadores de ciências humanas. Nosso trabalho também contou com

a colaboração da Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma), que reúne pesquisadores de várias áreas e tem como foco a análise e divulgação dos riscos socioambientais das nanotecnologias⁴.

A tese foi elaborada usando como corpus documental uma parte significativa dos textos catalogados durante minha contribuição para a pesquisa nacional à qual está atrelado o estudo de que essa tese resulta. Esses textos são artigos acadêmicos, matérias jornalísticos e relatórios oficiais, referentes à definição e história das nanotecnologias, bem como suas aplicações nas áreas médicas. A pesquisa nacional reuniu esses textos com o objetivo de dar subsídios a uma análise sociológica que possibilitasse propor possíveis caminhos para a elaboração de marcos regulatórios para as nanotecnologias no Brasil. Ao realizar os estudos para essa tese, eu selecionei parte do material coletado e acrescentei textos referentes à mercantilização, eugenia e pós-humanidade, recolhidos e catalogados exclusivamente para esse trabalho.

Durante a pesquisa foram realizadas entrevistas semi-dirigidas com alguns pesquisadores brasileiros e estrangeiros que pesquisam diretamente ou indiretamente as inovações trazidas pelas nanotecnologias e suas consequências sociais. As entrevistas ocorreram durante as edições do Seminário Internacional em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, promovido anualmente pela Renanosoma.

A base teórica da tese é constituída por três autores: Marx, Heidegger e Morin. De Marx retiramos as considerações sobre a mercantilização do

4 Sobre a Renanosoma, cf. <http://www.nanotecnologiadoavesso.org>, acessado em 12 de julho de 2014.

mundo. De Heidegger, as considerações sobre o aumento da disponibilidade técnica do mundo. A base da tese é a aproximação entre a visão heideggeriana sobre a técnica e a visão marxista da mercantilização. Para nós, o aumento da disponibilidade técnica, discutido por Heidegger, se transforma em aumento da mercantilização, discutido por Marx. A aproximação entre autores com posturas intelectuais tão díspares é possível porque nos valem os pressupostos do paradigma da complexidade de Edgar Morin, que apresenta ferramentas para fazer essa aproximação e contribui para que possamos também nos aproximar sociologicamente de um tema usualmente das ciências exatas.

Justificativa da Tese

As nanotecnologias não são um tema usual da sociologia, mas tanto a viabilização político-econômica de suas inovações quanto os seus impactos sociais permitem e demandam análises sociológicas. Como dizem Mattedi, Martins e Premebida (2011, p.136), “se a adoção de uma nova tecnologia impacta a malha social e as interações entre seus membros”, seu desenvolvimento – no caso de nosso trabalho, o desenvolvimento das nanotecnologias – “constitui uma questão política e, portanto, deve estar aberta ao exame das ciências sociais”.

Não somente o impacto social das inovações tecnocientíficas, mas sua mercantilização precisa ser avaliada, como sugere Engelmann (*et al.*, 2010, p. 40). A mercantilização da vida humana leva a uma problemática pe-

netração da lógica econômica no domínio da própria concepção do humano, de onde provém nossos direitos fundamentais. A instrumentalização crescente do corpo humano, dividido em elementos aprimoráveis ou substituíveis, é um dos riscos mais proeminentes. A legitimidade desse processo, no entanto, é garantida porque está atrelada à imagem de melhoria das condições de vida de ao menos parte da população. Habermas (2010, p.35) toca no cerne da questão quando diz que:

Do ponto de vista sociológico, a aceitação social não deverá diminuir no futuro, enquanto a tecnicização da natureza humana puder ser fundamentada pela medicina com a expectativa de uma vida mais saudável e mais longa. O desejo por uma conduta de vida autônoma une-se sempre aos objetivos coletivos de saúde e de prolongamento da vida.

Nesse trabalho buscamos fugir da euforia associada à expectativa frente as inovações tecnocientíficas, particularmente aquelas com uso em áreas médicas, mas evitamos também cair no catastrofismo dos que consideram toda inovação como um novo passo rumo ao desastre. Buscamos, dessa forma, realizar uma análise equilibrada, que possa ser útil para novas pesquisas dentro do tema. Esse trabalho tem a pretensão de se juntar à ainda incipiente bibliografia sociológica sobre a questão, contribuindo com esse emergente e importante campo de estudos.

Estrutura da Tese

A tese está dividida em três capítulos. O primeiro, “Nanotecnologias e Sociedade”, trata das nanotecnologias como objeto sociológico. Trabalhamos esse ponto em quatro seções. Na primeira, “O que são Nanotecnologias?”, discutimos o que são as nanotecnologias e por que elas são objeto de consideração sociológica. Na segunda, “Nanotecnologias e Incerteza”, tratamos da penetração do princípio da indeterminação da mecânica quântica na manipulação nanoscópica. Na terceira, “História das Nanotecnologias”, apresentamos o desenvolvimento das nanotecnologias, fruto de uma crise recente na história da ciência moderna, como explicado no capítulo. Na quarta, “Nanotecnologias no Brasil”, falamos sobre o cenário brasileiro, com ênfase na busca por marcos regulatórios que norteiem a formação de uma legislação, ainda inexistente, que controle o setor.

No segundo capítulo, “Mercantilização de Inovações Tecnocientíficas”, discutimos como certas inovações tecnocientíficas trazidas pelas nanotecnologias aprofundam a mercantilização da vida humana. Esse capítulo está dividido em duas seções. Na primeira, “Interdependência entre Tecnologias, Capital e Estado”, analisamos como o acordo tríplice entre tecnologias, capital e Estado garante o aumento do controle sobre a natureza, o que inclui os seres humanos, e como a atividade científica, da qual derivam as inovações, está marcada pela presença de interesses políticos e econômicos, não de um modo acidental, mas porque de outra forma ela não seria viável. Na seção seguinte, “Mercantilização e Sociedade de Consumo”, analisamos como as transformações no capitalismo ocorridas em meados do século XX levaram a uma modificação no equilíbrio de forças que marcava o

acordo tríplice que viabiliza as inovações tecnocientíficas, gerando um cenário favorável a uma mercantilização acelerada da vida humana, com o encurtamento do hiato entre a invenção de novas tecnologias e sua disponibilização como mercadorias, particularmente com a ascensão das nanotecnologias há duas décadas, marcando o início do século XXI como um período de mercantilização acelerada de inovações tecnocientíficas.

No terceiro e último capítulo, “Os Rumos da Mercantilização da Vida Humana”, investigamos a história da apropriação político-econômica da disponibilidade técnica do corpo humano, que se apresentou ao longo do século XX de modo mais claro no pensamento eugênico e aponta, no século XXI, para uma pressuposta superação técnica da condição humana. Esse capítulo está dividido em três partes. Esse capítulo está dividido em três partes. A primeira parte, “Mercantilização da Vida Humana – Eugenia de Estado”, lida com o papel forte do Estado no uso das inovações tecnocientíficas para controlar as populações partindo de preceitos eugênicos, entre o fim do século XIX e meados do século XX. A segunda parte, “Mercantilização da Vida Humana – Eugenia de Mercado”, é focada na nova eugenia que se forma na segunda metade do século XX, dominada pelo mercado e centrada nas relações de consumo e no individualismo. A terceira parte, “Mercantilização da Vida Humana – Futuro Pós-Humano?”, lida com o avanço potencial da eugenia de mercado em decorrência das inovações advindas das nanotecnologias, o que poderia aprofundar ainda mais o processo em curso de mercantilização da vida humana.

I. NANOTECNOLOGIAS E SOCIEDADE

Esse capítulo visa apresentar as nanotecnologias como objeto de consideração sociológica. As nanotecnologias costumam ser estudadas exclusivamente por cientistas das áreas biológicas e exatas, com o propósito de gerar, aprimorar ou otimizar inovações. Os estudos sobre suas consequências socioambientais, usualmente desenvolvidos por cientistas das áreas humanas e biológicas, não são prioritários porque não geram dividendos econômicos claros, mas são importantes porque norteiam políticas públicas que reduzem os impactos negativos das inovações e expandem o alcance de seus benefícios.

Concentramos nosso interesse na aplicação, aos tratamentos médicos, das inovações possibilitadas pelas nanotecnologias. Essas inovações expandem o controle tecnocientífico sobre os constituintes fundamentais que regulam a estruturação e o funcionamento do corpo humano. Esse aumento de controle gera um consequente aumento da mercantilização desses constituintes, uma vez que a principal finalidade contemporânea das inovações tecnocientíficas é gerar novas mercadorias, mesmo que essas mercadorias sejam hormônios e genes.

Dividimos esse capítulo em quatro seções. A primeira busca explicar o que são as nanotecnologias e qual sua relevância político-econômica. A segunda analisa a relação intrínseca entre nanotecnologias e incerteza. A terceira contextualiza o surgimento e o desenvolvimento das nanotecnologias dentro do cenário científico que as viabilizou e as delimita. A quarta seção apresenta o cenário brasileiro das nanotecnologias, com suas iniciativas, avanços e contradições.

1.1 O que são Nanotecnologias?

Nanotecnologias são tecnociências recentes que estudam e manipulam materiais em escala atômica ou molecular – precisamente entre um e cem nanômetros, ou seja, entre um e cem bilionésimos de metro⁵. Para efeito de comparação, basta imaginar que o diâmetro de uma cabeça de alfinete mede um milhão de nanômetros, isto é, um milímetro. Por outro lado, medem entre um e cem nanômetros as proteínas, os vírus e o DNA, que possui dois nanômetros de espessura (ver figura 1).

Átomo (H)	0,1 nm
DNA	2 nm
Proteínas	5-50 nm
Vírus	75-100 nm
Bactérias	1000-10000 nm
Células brancas	10 000 nm

Figura 1: Comparando escalas. Fonte: ABDI (2011, p.12).

5 Como definido pela National Nanotechnology Initiative, programa de pesquisa em nanotecnologia subsidiado pelo governo dos Estados Unidos. Essa definição é amplamente aceita, ainda que haja contestações em torno dos valores estipulados, uma vez que os fenômenos quânticos associados aos materiais nanoestruturados surgem muitas vezes em tamanhos acima de 100nm, chegando até mesmo a 300nm (Guazzelli & Perez, 2009, p. 04).

Os materiais nanoestruturados, alguns dos quais com relevância considerável para a indústria, como os fulerenos, os pontos quânticos (*quantum dots*) e os dendrímeros, estão todos nessa escala (ver figura 2).

Nanopartículas	1-100 nm
Fulereo (C60)	1 nm
Quantum dot (CdSe)	8 nm
Dendrímeros	10 nm

Figura 2: Alguns materiais nanoestruturados. Fonte: ABDI (2011, p.12).

O *fulereo* é uma molécula estável em formato de esfera, constituída apenas por átomos de carbono. O número desses átomos pode variar de 60 a 84. O C60, ou seja, a molécula de fulereo constituída por 60 átomos de carbono, é o mais representativo dos fulerenos (ver figura 3). Suas propriedades físico-químicas únicas tornam o fulereo um material de bastante uso em estudos avançados nas áreas médica e bioquímica (Santos *et. al.*, 2010).



Figura 3: Estrutura do fulereo C60. Fonte: Santos *et. al.* (2010).

Os *pontos quânticos*, termo criado por Reed (1993), são nanocristais que exibem propriedades quânticas (ver figura 4). Essas propriedades variam de acordo com o tamanho e a forma desses cristais. Entre suas aplicações principais estão o desenvolvimento de computadores quânticos e a construção de sensores mais precisos para uso em áreas médicas e em equipamentos eletrônicos.

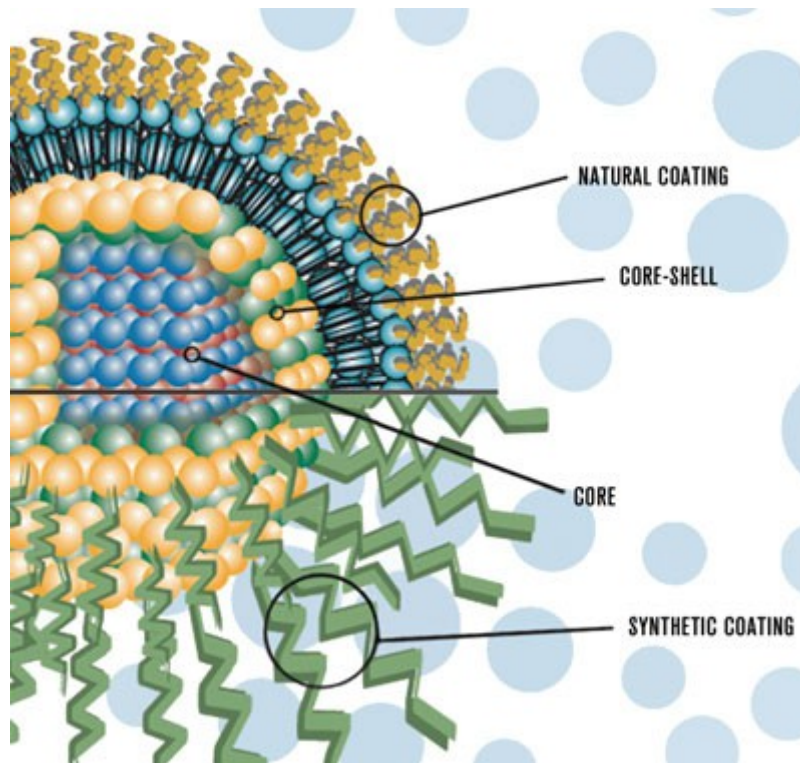


Figura 4: Representação de um ponto quântico. O núcleo é envolvido por camadas protetoras, tanto naturais quanto sintéticas. Fonte: Heyman (2005).

Os *dendrimeros* são moléculas ramificadas repetidamente (ver figura 5). Eles são materiais poliméricos, ou seja, podem ser moldados quando sob pressão ou calor. Sua principal aplicação é na chamada *drug delivery*, isto é, no transporte de fármacos pela corrente sanguínea até as células afetadas. (Klajnert & Bryszewska, 2001)

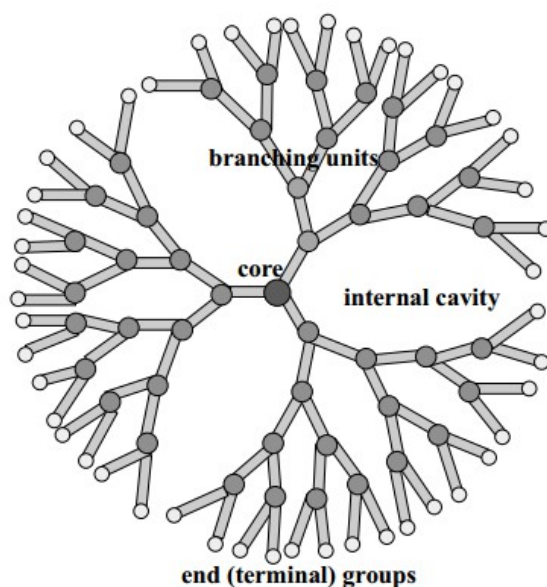


Figura 5: Representação de um dendrímero de quarta geração. Fonte: Klajnert & Bryszewska (2001, p. 202).

Quando a matéria é manipulada em escala nanoscópica, torna-se possível construir artefatos átomo a átomo, montando longas estruturas de carbono, como os fullerenos, por exemplo, ou desenvolvendo computadores com processadores quânticos, a partir dos pontos quânticos, ou mesmo moldando dendrímeros para usá-los como robôs nanoscópicos capazes de navegar na corrente sanguínea e depositar fármacos diretamente nas células cancerígenas (Silva & Calazans, 2012).

As nanopartículas, que é como são chamadas as partículas estruturadas em dimensão nanoscópica, não são um fenômeno recente. Nanopartículas naturais, produzidas através de reações químicas não controladas, sempre estiveram dispersas no ambiente, invisíveis a uma observação “desarmada”, isto é, sem o devido aparato tecnológico, como os “óxidos e oxidróxidos de ferro (Fe), manganês (Mn) e de alumínio (Al) e aluminossilicatos”. (Hartland *et al.*, 2013). A ação humana, por sua vez, produz nanopartículas desde a queima de madeira nas fogueiras pré-históricas (Schulz, 2009). A existência desses materiais, no entanto, era desconhecida até o século XX. Sua manipulação proposital foi iniciada apenas em suas últimas duas décadas.

As nanotecnologias são tecnociências recentes, viabilizadas pelo encontro fortuito de transformações – científicas, econômicas, políticas e culturais. Essas transformações são marcadas por uma aceleração tanto do ciclo de desenvolvimento de inovações tecnocientíficas quanto de sua transformação em bens comercializáveis e por um aumento da incerteza frente aos potenciais riscos dessas inovações. Em outras palavras, produz-se mais e disponibiliza-se mais rapidamente o que foi produzido, sem que os riscos dos novos produtos tenham sido devidamente medidos. As nanotecnologias são particularmente marcadas pela incerteza, uma vez que os materiais produzidos em escala nanoscópica tendem a se comportar segundo os princípios indeterminísticos da mecânica quântica. A aceleração também afeta as nanotecnologias de modo especial por conta de sua importância para os investidores, já que as nanotecnologias estão entre as mais promissoras áreas tecnocientíficas, do ponto de vista da produção de mercadorias rentáveis (Martins, 2007).

1.2. Nanotecnologias e Incerteza

Trabalhando laboratorialmente, os pesquisadores descobriram que as nanopartículas possuem propriedades diferentes de suas contrapartes em escala usual. Sua reatividade aumenta, sua toxicidade se altera e seu comportamento físico-químico sai do âmbito da física clássica newtoniana e começa a adotar os princípios da mecânica quântica, com a imprevisibilidade que lhe é característica. São dois os principais efeitos físico-químicos observados em nanomateriais, como explicam Foladori e Invernizzi (2012, p.04):

Primeiro, o chamado *efeito quântico*, que faz com que os materiais em tamanho nano tenham propriedades óticas, elétricas, térmicas, mecânicas (resistência/flexibilidade) e magnéticas diferentes. Os metais, por exemplo, tornam-se mais duros e resistentes em tamanho nano. O carbono na forma de grafite (como no lápis) é mole, mas quando é processado em nanoescala, e são criados os nanotubos de carbono, sua dureza chega a ser até 100 vezes maior que a do aço. As propriedades óticas dos materiais mudam, adquirindo outra cor e refletindo de modo diferente a luz.

Segundo, o *efeito superfície*. Quanto menor o tamanho, maior é a superfície externa e, portanto, maior a reatividade com os átomos dos materiais vizinhos. (...) Assim, o ouro, que [em tamanho macro] não é reativo, quando manipulado em poucos nanômetros torna-se reativo e pode ser utilizado como base para desenvolver sensores⁶.

6 Tradução própria. Todas as referências em outros idiomas estão apresentadas nesse trabalho em tradução nossa.

O comportamento de elementos em nanoescala não é, portanto, o mesmo exibido em escala macro. Reside aí a relevância das nanopartículas empregadas no desenvolvimento de inovações. Ao mesmo tempo, aí também reside o perigo. Os riscos envolvendo nanomateriais não podem ser calculados sob os mesmos parâmetros dos empregados para analisar os riscos dos mesmos materiais em escalas maiores. O caráter inofensivo de uma substância em tamanho usual não necessariamente persiste quando essa substância é manipulada em escala nano. O ouro, como citado, é reativo apenas quando trabalhado na forma de nanopartículas. E, graças a essa reatividade, as nanopartículas de ouro podem ser empregadas em novas técnicas de combate ao câncer (Dreaden *et al.*, 2012). Contudo, suas propriedades alteradas também fazem do ouro em nanoescala uma substância tóxica, diferente de sua versão em escala macro (Chen *et al.*, 2009)⁷.

Ainda que as nanotecnologias estejam marcadas por uma incerteza que é intrínseca à natureza quântica do material manipulado, a curta história de seu desenvolvimento tem sido caracterizada por uma valorização considerável dos benefícios e um acobertamento ou mesmo negação dos riscos. A incerteza fundamental das nanotecnologias decorre de transformações científicas significativas que eclodiram com toda sua força em meados do século passado. Essas transformações estão associadas a uma série de reformulações dos fundamentos epistemológicos da ciência moderna, derivando e alimentando a crise da certeza, que marcou o pensamento ocidental no século XX (Santos, 2008; Morin, 2011; Sloterdijk, 1992; Lyotard, 1998).

7 Para mais informações sobre a toxicidade das nanopartículas de ouro, ver Lasagna-Reeves *et al.* (2010), Malugin *et al.* (2010) e Alkilany e Murphy (2010).

Esses fundamentos em crise têm suas raízes na revolução científica do século XVI, particularmente com os trabalhos de Copérnico⁸ e Galileu⁹. Eles ganharam sua configuração definitiva com a formação da racionalidade e da metodologia científicas no século seguinte, por meio do racionalismo cartesiano e do empirismo baconiano. E ganhariam força com o positivismo oitocentista, que, através da confiança crescente na matematização do real, que permitiria decompor o mundo material em dados quantitativos e re-compô-lo conceitualmente por meio do raciocínio empírico-indutivo, fazendo da ciência um suposto espelho da natureza.

De René Descartes¹⁰, particularmente, a ciência herdou a separação entre sujeito e objeto, sua convicção na existência de leis universais e a distinção fundamental entre conhecimento científico e conhecimento do senso comum. Descartes também sistematizou a separação ontológica entre humano/cultura e não-humano/natureza na qual se baseia o que Latour (1994) chama de “acordo modernista”, isto é, um arranjo epistemológico que fundamenta a compreensão científica do mundo e, conseqüentemente, sua apro-

-
- 8 Nicolau Copérnico (1473-1543), astrônomo polonês, foi chamado a fazer correções no modelo astronômico geocêntrico, que trazia a Terra como centro do universo. Esse modelo, formulado pelo astrônomo grego Ptolomeu e defendido por Aristóteles e por seus seguidores escolásticos, contrapunha-se a um modelo anterior, do astrônomo grego Aristarco, que colocava o Sol como fixo e os planetas, incluindo a Terra, como corpos celestes que giravam a seu redor. Após vários cálculos, Copérnico chegou à conclusão de que o modelo de Aristarco era mais correto que o de Ptolomeu e produziu uma defesa detalhada do modelo astronômico heliocêntrico. As ideias de Copérnico iniciaram uma transformação no pensamento que levou à revolução científica. Sobre a revolução copernicana e suas conseqüências para a filosofia e ciência modernas, cf. Feyerabend (1989), Kuhn (1990), Sloterdijk (1992).
 - 9 Galileu Galilei (1564-1642), astrônomo italiano, foi o principal difusor do modelo de Copérnico. Ele deu fundamentação filosófica ao heliocentrismo e buscou evidências para a mobilidade da Terra ao fazer, pela primeira vez, observações astronômicas com o uso de uma luneta. Trataremos do copernicanismo e do papel de Galileu na difusão do modelo heliocêntrico no próximo capítulo.
 - 10 René Descartes (1596-1650), filósofo e matemático francês, é considerado por muitos como fundador tanto da filosofia moderna quanto da matemática moderna, por conta de seus trabalhos seminais nesses dois campos do conhecimento.

priação técnica. Os princípios cartesianos também dão fundamento ao que Morin (2011) chama de “paradigma simplificador” – também um acordo epistemológico que, partindo da lógica indutiva, pressupõe que a devida compreensão dos fenômenos demanda sua repartição em disciplinas sem contatos e sem a perspectiva de reconectar os fenômenos estudados aos contextos originais, bem como sua redução às manifestações mensuráveis, com a marginalização de sua dimensão irreduzível. Do mesmo modo, a separação entre sujeito e objeto também gera uma consequência impensada, como aponta também Morin (2005, p.104):

O extraordinário é que nos damos conta de que o corte entre ciência e filosofia que se operou a partir do século 17 com a dissociação formulada por Descartes entre o eu pensante, o *Ego cogitans*, e a coisa material, a *Res extensa*, cria um problema trágico na ciência: a ciência não se conhece; não dispõe da capacidade autorreflexiva” (Morin, 2005, p. 104).

Com Francis Bacon¹¹, estabeleceu-se que a ciência deve partir necessariamente da inquisição de evidências experimentais, devidamente analisadas seguindo um método válido – o que se tornou a base para as ciências laboratoriais (Goldfarb, 1987). Para que o empirismo baconiano fosse válido, era necessário presumir a existência de certas leis universais que garantissem que os padrões observados em laboratório pudessem ser indutivamente atribuídos a todos os fenômenos de mesma natureza. Esse pensamento conduzia à crença de que seria possível, partindo do raciocínio empírico-indutivo, descobrir as “leis” universais que regem a maquinaria cósmica e formar uma perfeita maquete mental da realidade através de um recorte claramente

11 Francis Bacon (1561-1626), filósofo inglês, é considerado pai da ciência moderna por seus trabalhos sobre empirismo e metodologia científica.

arbitrário dos objetos em análise (Santos, 2008). Em outras palavras, Bacon e seus seguidores acreditavam ser possível atingir o verdadeiro partindo do arbitrário.

A relação entre a verdade e o arbítrio foi discutida tanto por Girard (1998) quanto por Berger e Luckmann (1997). Segundo esses autores, as culturas, como apropriações semânticas do real, estariam calcadas no arbitrário devido à abertura humana à contingência¹², trazida pelo enfraquecimento dos instintos, isto é, uma vez que nossa percepção do mundo abre nossa mente a possibilidades de ação que os instintos como respostas impensadas não permitem, nossa espécie enfrenta a carga de optar entre caminhos possíveis. Na ausência de um rumo necessário, identificado com o verdadeiro, as culturas reduzem os possíveis e montam verdades arbitrárias que possam garantir que o mundo está firmado em bases sólidas (Brüseke, 2010), ou seja, que possam reforçar nossa “segurança ontológica” – uma expressão cunhada por Giddens (1991, p. 84) para se referir “à crença que a maioria dos seres humanos têm na continuidade de sua auto-identidade e na constância dos ambientes de ação social e material circundantes”. Em outras palavras, as culturas dão, ao caos de um mundo desprovido de sentido intrínseco, a imagem de uma ordem inerente, sobre a qual podemos organizar nossas vidas.

Como as tecnociências, inclusive as nanotecnologias, são atividades culturais (Bloor, 2009), elas também estão fundamentadas na busca do verdadeiro a partir do arbitrário. A atividade laboratorial, fundamentada nas

12 A contingência é o oposto da necessidade. Algo é contingente na medida em que poderia ser diferente do que é (Brüseke, 2010). A ação humana é contingente porque ela é pouco determinada por respostas instintivas, o que abre espaço para a escolha entre possibilidades. Em outras palavras, a contingência é a marca do arbitrário, da vontade de um alguém que tem noção das possibilidades e pondera antes de agir.

ideias de Bacon, calca-se na ideia de que é possível reproduzir em um ambiente arbitrário condições análogas à da natureza e, manipulando esse arbitrário, chegar a uma percepção verdadeira do não-arbitrário, da ordem inerente. Para isso, os cientistas usam diversos mecanismos que, de modo semelhante à atuação das culturas humanas, ocultam o arbitrário em fórmulas que o enraízam em uma verdade necessária (Latour, 1997).

Para que esse fazer científico, do modo como era proposto por Descartes e Bacon, pudesse funcionar, o mundo precisaria ser ordenado, simples e compreensível. Seria necessário que o universo fosse determinista, mecanicista e coeso (especialmente com tempo e espaço absolutos). Também era preciso apostar em uma causalidade estrita, reduzida da concepção aristotélica das quatro causas (Heidegger, 2002), que tornasse possível analisar tão só *como* algo funciona (quais são as leis naturais que regem o comportamento dos objetos), sem importar *por que* funciona (ou seja, sem referência a motivações ou objetivos transcendentais para explicar os fenômenos naturais, isto é, sem *telos*), e *quem* o faz funcionar (sem apelo a um motor divino). Esse ponto da limitação do conhecimento ao *como*, à manifestação (sem levar em conta a essência), é tratado por Wittgenstein (2002) em uma das assertivas mais famosas de seu Tratado, em que diz que a pergunta sobre o que as coisas são, ou seja, sua essência para além da manifestação, é mística e, portanto, ilógica. Para ele, a ciência não disporia das ferramentas metodológicas necessárias para até mesmo compreender o sentido da questão. É um limite epistemológico incontornável às pretensões cognitivas da ciência.

Para que a ciência moderna pudesse funcionar, portanto, toda desordem precisaria ser superficial, um indício de que ainda não havíamos compreendido tudo, mas que essa compreensão total era só uma questão de tempo (Morin, 2005). A desordem não poderia ser intrínseca. Se fosse, o

mundo estaria fundamentalmente além da compreensão total. Só tendo a possibilidade de reduzi-lo a fórmulas, seria possível dispor tecnicamente do mundo (Heidegger, 2002). A própria ciência, contudo, se encarregou de apagar os fundamentos necessários para seu funcionamento, o que levou a uma crise paradigmática (Sloterdijk, 1992). É por conta dessa crise e seus desdobramentos que as nanotecnologias trazem a incerteza em sua essência.

Morin (2005; 2011) afirma que a crise teria começado com a descoberta do segundo princípio da termodinâmica – também chamado de “Lei da Entropia” –, descrito por James Maxwell¹³ no século XIX. Enquanto o primeiro princípio da termodinâmica trata da conservação da energia, o segundo fala de sua degradação. De acordo com esse princípio, em um sistema termodinamicamente isolado, o grau de entropia, isto é, de energia não transformável em trabalho, tende a aumentar. A entropia é comumente entendida como uma forma de desordem. Dessa forma, o segundo princípio da termodinâmica abriu caminho para uma nova compreensão da desordem, não mais como estranha às organizações, mas como inerente a elas.

Para Boaventura de Sousa Santos (2008), no entanto, a crise seria mais recente e teria como causas: a teoria da relatividade de Albert Einstein¹⁴, que mostrou que tempo e espaço não são absolutos, sendo assim as ditas “leis do universo” não seriam universais; a física quântica – a partir dos trabalhos de Planck¹⁵, Bohr¹⁶, Heisenberg¹⁷ e outros –, que mostrou que

13 James Maxwell (1831-1879), físico escocês, teve fundamental importância na formulação da teoria moderna do eletromagnetismo. Seu trabalho foi importante para o desenvolvimento da mecânica quântica no século seguinte.

14 Albert Einstein (1879-1955), físico alemão, é mais conhecido hoje por sua teoria da relatividade, mas foi vencedor do Prêmio Nobel de 1921 por suas pesquisas sobre o efeito fotoelétrico.

15 Max Planck (1858-1947), físico alemão, é considerado o pai da física quântica.

16 Niels Bohr (1885-1962), físico dinamarquês, realizou trabalhos importantes sobre a estrutura atômica.

17 Werner Heisenberg (1901-1976), físico teórico alemão, estabeleceu o “princípio de

havia um contínuo entre sujeito e objeto, em vez de uma separação radical, e que o conhecimento científico – ao menos em certas condições – poderia ser no máximo probabilístico, em vez de exato; as investigações de Kurt Gödel¹⁸, que mostraram que nem mesmo a matemática, fundamento último da racionalidade científica, era exata; e a percepção, dada por Ilya Prigogine¹⁹ (2002, p.26) e outros, de que os objetos naturais também têm historicidade e de que vivemos em um universo em construção.

A física quântica é, para esse trabalho, a mais importante, uma vez que ela tem papel fundamental no desenvolvimento das nanotecnologias. Segundo o “princípio da incerteza”, de Heisenberg, em escala subatômica não apenas não se pode observar ou medir um objeto sem alterá-lo como também não se pode reduzir um erro na medição da velocidade de uma partícula sem aumentar um erro na determinação de seu posicionamento. Em outras palavras, é tecnicamente impossível conhecer, com precisão, porções do real em escalas tão pequenas (Sloterdijk, 1992).

Como os nanocompósitos são manipulados átomo a átomo, eles apresentam uma indeterminação comportamental que não pode ser sanada por mais conhecimento, por ser intrínseca à mecânica quântica – e é sob suas regras que eles estão muitas vezes submetidos, saindo do âmbito da determinação newtoniana. Nessa escala, há impossibilidade até mesmo de apreender o objeto sem que alguma subjetividade interfira no processo. Por limites estruturais, não se pode apresentar sobre objetos em escala subatômi-

incerteza”, segundo o qual não se pode estabelecer ao mesmo tempo a posição e a velocidade de uma partícula subatômica; dessa forma, todo conhecimento nessa dimensão é probabilístico.

18 Kurt Gödel (1906-1978), matemático austríaco, estabeleceu o chamado “teorema da incompletude”, segundo o qual um sistema não pode ser ao mesmo tempo completo e consistente.

19 Ilya Prigogine (1917-2003), químico russo, foi laureado com o Prêmio Nobel (1977) por seus estudos em termodinâmica.

ca senão um conhecimento probabilístico.

As nanotecnologias são fruto, portanto, de uma crise da certeza científica. Na fronteira entre a área de atuação da física newtoniana e a área de atuação da física quântica, ela traz a indeterminação em sua essência. Como apontam Foladori e Invernizzi (2006, p.68):

A característica que justifica a nanotecnologia como uma trajetória diferente é precisamente o fato de que em nanoescala os elementos adquirem propriedades físicas diferentes (em termos de resistência, condutividade elétrica, reatividade química, propriedades óticas, magnéticas etc.). As novas interconexões que os materiais nanotecnológicos podem estabelecer com o entorno constituem uma questão imprevisível em toda a sua extensão.

A crise da certeza científica pode ser vista como tendo pontos de contato com a crise das certezas ideológicas que marcou as sociedades ocidentais no século XX²⁰. As sociedades modernas são produto dos avanços tecnocientíficos e esses avanços tecnocientíficos, como as aplicações das descobertas das nanotecnologias às áreas médicas, só podem ocorrer dentro de sociedades modernas, porque demandam vastos investimentos e uma demanda contínua.

20 Segundo Lyotard (1998), essa crise foi uma crise de confiança nos discursos que se predispõem a ordenar o mundo. Essa crise teria atingido a própria crença na possibilidade de se chegar a um conhecimento verdadeiro. Nessa medida, como a política e a ciência modernas, cada qual a seu modo, apresentaram proposições de modos de atingir a verdade, é esperado que a crise tenha afetado igualmente a ambas.

1.3. História das Nanotecnologias

As sociedades modernas são grandemente afetadas pelos avanços tecnológicos, particularmente os avanços em dois setores: o primeiro é o setor das comunicações e transportes, responsável pela circulação de bens, pessoas e informações; o segundo é o das biotecnologias, associado à manipulação de organismos vivos e seus elementos químicos formadores, sendo dentre eles mais importantes os avanços nas áreas médicas.

Os avanços do primeiro setor, com novos meios de comunicação e novos meios de transporte, contribuíram para a formação dos modos de vida típicos da modernidade, com a compressão do espaço-tempo, a fragmentação do cotidiano, a efemeridade dos costumes e a aceleração das transformações sociais em escala global (Giddens, 1991). A própria complexificação das redes informacionais gerou modificações sociais significativas, desde as relações internacionais à própria relação entre o indivíduo humano e o seu corpo (Castells, 2006). O trânsito contínuo de ideias distintas, a se contrapor e se hibridizar, levou a uma aceleração do ciclo vital dos costumes, fazendo com que tradições e crenças precisassem ser modificadas para não serem extintas (Berman, 1997).

O desenvolvimento do setor das comunicações e transportes também tornou viável a expansão do capitalismo na forma de globalização da economia, com a consolidação de uma divisão internacional do trabalho, a desindustrialização acelerada nos países pioneiros do processo de industria-

lização e o rápido desenvolvimento industrial dos países de industrialização tardia, trazendo para esses sérios problemas de crescimento urbano desordenado e destruição de ecossistemas relevantes (Bauman, 1999a). O conhecimento ampliado do mundo somado à necessidade de acelerar e aprofundar sua exploração levou a um aumento não apenas dos riscos, mas da consciência dos riscos, mesmo que esses riscos nem sempre ficassem claros, o que contribuiu para formar um quadro de apreensão e insegurança contínuas (Beck, 2010).

Entre as maiores fontes de riscos encontram-se os avanços do segundo setor a mais afetar as sociedades modernas: as biotecnologias. Elas possibilitaram uma ampliação do conhecimento sobre os mecanismos da vida, o que levou conseqüentemente a uma maior disponibilidade técnica dos fundamentos da vida, permitindo com isso que a mercantilização do mundo avançasse sobre esses fundamentos, inserindo os seres vivos na lógica industrial e transformando-os em depósitos de potenciais produtos. Entre esses seres vivos, os próprios humanos, afetados principalmente pelos avanços na medicina. Esses avanços ampliaram a expectativa de vida em diversos países, particularmente com a criação dos antibióticos e das vacinas, duas inovações que são conseqüências diretas das pesquisas de Louis Pasteur²¹, no fim do século XIX, com organismos que só podiam ser observados através do microscópio ótico, instrumento que abriu espaço para o estudo e a exploração de um mundo até então invisível (Latour, 2001). O microscópio permitiu não apenas a descoberta dos micro-organismos, mas também a

21 Louis Pasteur (1822-1895), bioquímico francês, realizou pesquisas inovadoras que levaram à confecção das primeiras vacinas. Seus estudos deram sustentação à teoria de que várias doenças eram provocadas por agentes microbianos, o que levou à produção em massa dos primeiros antibióticos e à adoção de medidas sanitárias, que, junto com a vacinação obrigatória, ajudaram a reduzir o índice de mortalidade e aumentar a expectativa de vida em todo o mundo. Sobre Pasteur e seu trabalho, cf. Latour (2001).

realização de pesquisas sobre a constituição bioquímica de todos seres vivos.

Plantas e animais já eram explorados como recursos econômicos há milênios pela humanidade, com os mais diversos propósitos. Com a construção de instrumentos que permitiam desvendar os constituintes desses organismos, tornou-se possível descobrir que parte de cada ser vivo serviria para que finalidade. De uma erva usada para sanar uma doença, por exemplo, descobre-se o princípio ativo, extrai-se, analisa-se e estuda-se uma forma de sintetizar a substância. Uma vez sintetizada, a substância pode ser patenteada, transformada em medicamento e comercializada.

O aprimoramento de microscópios cada vez mais sofisticados levou ao vislumbre da possibilidade de manipular materiais em escala atômica. O primeiro a propô-lo foi o físico estadunidense Richard Feynman, em palestra intitulada “There’s plenty of room at the bottom” (“Há bastante espaço no fundo”), proferida no dia 29 de dezembro de 1959, no encontro anual da Sociedade Americana de Física, no Instituto de Tecnologia da Califórnia. Feynman falou sobre as possibilidades advindas da manipulação de matéria em escala atômica. Ele citou o DNA como modelo de informações contidas em dimensão nano:

Toda essa informação – se teremos olhos castanhos ou se seremos capazes de pensar ou de que no embrião a mandíbula deveria primeiro se desenvolver com um buraquinho no lado de modo a que posteriormente possa um nervo crescer através dele – toda essa informação está contida em uma minúscula fração de uma célula na forma de moléculas de DNA, dispostas em longas cadeias, nas quais aproximadamente 50 átomos são usados para cada *bit* de informação sobre a célula (Feynman, 2007, p.04).

Feynman apontou, como principal entrave à realização de sua proposta, a ausência de microscópios suficientemente potentes. Esses microscópios levariam um quarto de século para ficarem prontos. Nesse meio tempo, a palestra de Feynman inspirou os cientistas a desenvolver pesquisas com materiais cada vez menores e gerou especulações em torno do assunto, inclusive de autores de ficção científica, levando a obras como o filme *Viagem Fantástica*, de 1966, dirigido por Richard Fleischer a partir de roteiro de Harry Kleiner, em que uma equipe é miniaturizada e injetada no corpo de um cientista em coma, para realizar uma cirurgia arriscada. A ideia serviria de base, no século seguinte, para a produção de nanorrobôs que navegam na corrente sanguínea para entregar fármacos diretamente nas células afetadas. Quem propôs essa aplicação foi um amigo de Feynman, como ele informa em sua palestra:

Um amigo meu (Albert R. Hibbs) sugeriu uma possibilidade muito interessante para máquinas relativamente pequenas. Ele diz que, mesmo sendo uma ideia bastante radical, seria interessante em um processo cirúrgico se você pudesse simplesmente engolir o cirurgião. Você coloca o cirurgião mecânico dentro da corrente sanguínea e ele vai até o coração e “dá uma olhada”. (...) Ele descobre qual válvula está com defeito e pega uma faquinha e a corta fora. Outras máquinas pequenas podem ficar permanentemente no corpo para ajudar algum órgão que esteja funcionando de modo inadequado (Feynman, 2007, p.07).

Segundo Sônia Dalcomuni (*apud* Santos Jr., 2013, pp.30-31), quem usou o termo “nanotecnologia” pela primeira vez foi o cientista japonês Norio Taniguchi, em uma conferência de 1974. A palavra definiria, para ele, a

manipulação técnica de materiais átomo a átomo ou molécula a molécula. Foi escolhido o termo “nanotecnologia” porque essa manipulação ocorreria em materiais com tamanho próximo a um nanômetro. O termo remete ainda à microtecnologia, manipulação de material em escala microscópica, extremamente relevante para as inovações tecnológicas do século XX, e abre espaço para uma futura picotecnologia, manipulação de material em escala picoscópica (trilionésimo de metro), isto é, em escala sub-atômica.

O microscópio de corrente de tunelamento, o primeiro realmente capaz de possibilitar o trabalho científico nessa escala, só foi desenvolvido em 1981, por Gerd Binnige e Heinrich Rohrer²². Na década seguinte, ele foi substituído pelo microscópio eletrônico de varredura, o mais utilizado atualmente. Contudo, somente em 1985 o primeiro grande resultado se apresentou, com o anúncio da descoberta dos fulerenos. A descoberta, chamada originalmente de “*buckminsterfullerenes*”, foi divulgada por seus autores, Richard Smalley, Robert Curl, James Heath, Sean O'Brien e Harold Kroto, da Rice University, em carta à revista Nature (Kroto *et al.*, 1985).

Em 1986, Eric Drexler²³ publicou o livro “The Engines of Creation” (“Os motores da criação”), no qual apresenta a nanotecnologia ao público leigo a partir de suas próprias pesquisas na área e lança uma série de especulações sobre o futuro do campo. Bill Joy²⁴ parte dessas especulações para nos apresentar um cenário catastrófico para o futuro das nanotecnologias, em um artigo intitulado “Why the future doesn’t need us?” (“Por que o

22 A respeito, cf. Chen (2008, p.23).

23 Kim Eric Drexler (n. 1955), engenheiro estadunidense, foi o primeiro pesquisador do mundo a concluir um doutorado em nanotecnologia. Sua tese, sobre nanossistemas empregados no desenvolvimento de computadores, foi defendida em 1991, no Massachusetts Institute of Technology (MIT), sendo publicada em livro no ano seguinte.

24 William Nelson Joy (n. 1954), mais conhecido como Bill Joy, é um cientista da computação nascido nos Estados Unidos.

futuro não precisa de nós?”), publicado na edição de abril de 2000 da revista Wired²⁵. Ambas especulações apresentam um cenário distante do estado atual das nanotecnologias, com máquinas nanoscópicas autorreplicantes das quais ainda não dispomos, embora estejam em fase inicial de desenvolvimento.

Há diversas especulações semelhantes, todas partindo de aplicações ainda somente potenciais das nanotecnologias, reunidas sob o rótulo de “pós-humanismo”, um movimento intelectual que pressupõe a possibilidade de superar os limites naturais da condição humana através da disponibilidade técnica dos elementos fundamentais da vida humana (Santaella, 2003). Essa disponibilidade é o foco de nosso trabalho, mas ela ainda não chegou ao nível de sofisticação pressuposto pelas especulações pós-humanistas.

Os anos 1980 e 1990 foram marcados por avanços laboratoriais significativos, que levaram aos primeiros investimentos pesados de grandes empresas. O uso comercial dos produtos com nanotecnologia começou, aos poucos, ainda na década de 1990, mas só atingiu um público considerável na década de 2000. Entre os primeiros produtos estavam os protetores solares com dióxido de titânio, os tecidos com nanotubos de carbono e as embalagens com nanopartículas de prata. Em poucos anos, as aplicações comerciais foram se avolumando. Na tabela abaixo, produzida por Santos Jr. (2013, pp.32-33), vemos alguns exemplos de aplicações atuais das nanotecnologias:

25 A Wired é uma revista estadunidense dedicada a analisar os impactos culturais das inovações tecnológicas. Seu site é <http://www.wired.com/>

Área	Exemplos
Novos materiais	Materiais leves, mais resistentes, mais maleáveis. Catalisadores mais eficientes, ferramentas de corte mais duras, fluidos magnéticos inteligentes etc. Novos microscópios e instrumentos de medida, ferramentas para manipular a matéria em nível atômico, bioestruturas etc.
Nanoeletrônica e tecnologia computacional	Nanofios, nanodiodos e nanotransistores, fotoisomerismo, computadores quânticos. Aumento da eficácia no armazenamento de dados e velocidade de processamento, além de uso reduzido de energia. Aumento de eficiência nos negócios de mercado, entretenimento e defesa. Com a tecnologia do fotoisomerismo, é possível armazenar o conteúdo de trezentos DVDs convencionais num cubo do tamanho de um dado.
Agricultura	Agricultura de precisão, certificados de qualidade (língua eletrônica à base de nanossensores), desenvolvimento de revestimentos comestíveis em frutas através de biopolímeros. Com os biopolímeros, haverá impactos nos sistemas agroalimentares, na medida em que aumentará a durabilidade dos alimentos, o que aumentará a qualidade de produtos para exportação.
Medicina	Terapia fotodinâmica, cosméticos, aumento da velocidade dos diagnósticos, medicina menos invasiva, redução de rejeições em transplantes. Novos medicamentos baseados em nanoestruturas, kits de autodiagnóstico, materiais para regeneração de ossos e tecidos etc.
Segurança e aeronáutica	Detectores de agentes químicos e orgânicos, circuitos eletrônicos mais eficientes, sistemas de observação miniaturizados, tecidos mais leves, confecção de coletes à prova de balas, vidros blindados. Aviões equipados com nanossensores e inteligência artificial à base de computação quântica.
Eletrônica	Diodo orgânico emissor de luz (<i>organic light-emitting diode</i> – OLED). As vantagens dos OLEDs, em comparação com os atuais displays de cristais líquidos (LCDs), incluem baixo consumo de energia elétrica, mobilidade de transporte, economia de espaço e preço baixo.

Meio Ambiente	Nanoímãs hidrofóbicos que, quando dispersos em uma mistura água/óleo, dispersam-se na fase óleo, tornando-se magnético, facilitando sua remoção da água.
Automotiva	Materiais mais leves, pneus mais duráveis, plásticos não inflamáveis e mais baratos etc.
Energia	Novos tipos de bateria, fotossíntese artificial, economia de energia ao utilizar materiais mais leves e circuitos menores etc.

Das aplicações citadas, nossa pesquisa acompanhou com mais cuidado as que lidam diretamente com a prática médica. Dessas, os cosméticos são os que têm maior difusão (Daudt *et al.*, 2013). A primeira empresa de cosméticos a lançar um produto com partículas em escala nanoscópica, em 1995, foi a Lancôme, divisão de luxo da multinacional francesa L'Oréal. O produto continha nanocápsulas de vitamina E pura, com o objetivo informado de combater o envelhecimento da pele. As principais concorrentes da L'Oréal no mercado internacional de cosméticos, como a Christian Dior, a Anna Pégova e a Procter & Gamble, investiram no uso de nanopartículas e lançaram seus produtos nos anos seguintes. Somente dez anos após o lançamento do creme da Lancôme, o primeiro cosmético com nanotecnologia foi disponibilizado para consumo por uma empresa brasileira. Em 2005, foi posto à venda no país o creme antissinais Nanoserum, da Boticário, desenvolvido em parceria com um laboratório francês. Dois anos depois, uma de suas concorrentes, a Natura, lançou um produto para hidratação corporal com partículas com 150 nanômetros de diâmetro (Baril *et al.*, 2012, p. 47). Embora haja um razoável consenso de que só se pode chamar de nanotecnologia a manipulação de partículas entre 1 e 100 nanômetros, é comum empresas de cosméticos informarem que há nanotecnologia em seus produtos, mesmo quando não há neles nanopartículas nessa escala.

Ao contrário do uso em cosméticos, bastante corrente, o uso de nanopartículas em hospitais ainda depende de mais avanços, mas é uma das áreas em que há mais investimentos e promessas de benefícios. As promessas das nanotecnologias nas áreas médicas são significativas, principalmente no tratamento do câncer – com a perspectiva de tratamentos mais eficientes e menos dolorosos (Mansoori et al., 2007). As pesquisas laboratoriais estão bastante avançadas, particularmente no setor farmacológico (Rupali et al., 2012). Segundo Solomon e D'Souza (2011, p. 216):

Nanopartículas têm sido exploradas principalmente como transportadoras de drogas para entrega controlada e direcionada. Superfícies nanoestruturadas estão atualmente sendo exploradas para controlar as propriedades adesivas das células de implantes e tecidos artificiais.

O uso de nanopartículas como transportadoras de drogas que devem ser entregues em tecidos afligidos por tumores promete substituir tratamentos ineficientes, que geram excessivos danos ao corpo, como a quimioterapia tradicional. Em vez de injetar fármacos na corrente sanguínea para atacar as células cancerosas, provocando a morte de células saudáveis, o sistema de *drug delivery* desenvolvido usando-se nanopartículas – ou longas estruturas proteicas manipuladas em nanoescala, como as moléculas de DNA – permite que quantidades precisas sejam levadas até as células afetadas, minimizando os efeitos colaterais (Bhowmik et al., 2009). Já o uso de nanotecnologias para reparar ou reconstruir tecidos danificados tem por finalidade a substituição dos transplantes de órgãos convencionais por uma forma de recuperação ou troca de órgãos humanos que não resulte na rejei-

ção dos tecidos implantados, que leva a problemas para o paciente e reduz a expectativa de vida dos transplantados.

O emprego dessas inovações no atendimento ao público ainda espera a soma de viabilidade econômica através da otimização do processo e liberação oficial das autoridades competentes. Esses são os dois pontos fundamentais para que uma inovação seja difundida na forma de uma mercadoria, seja essa mercadoria comercializada diretamente, seja difundida através de políticas públicas após a aquisição pelo Estado de uma quantidade considerável do produto.

Tanto o investimento quanto a regulação estatais dependem da existência de órgãos administrativos voltados para análise das solicitações de empresas e laboratórios. A maioria das instituições nacionais para desenvolvimento da nanotecnologia dos países desenvolvidos e emergentes foi inaugurada na década de 2000, em um momento em que já havia produtos com nanopartículas disponíveis no mercado. Os órgãos estatais responsáveis pela regulação de produtos farmacológicos, como a FDA (Food and Drug Administration) nos Estados Unidos e a Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) no Brasil, mantiveram os critérios empregados na análise dos riscos dos materiais em macroescala para testar os riscos dos materiais em nanoescala. Até o presente momento, nenhum país conta com uma legislação específica para regular o setor (Engelmann *et al*, 2010).

Os Estados Unidos lançaram sua Iniciativa Nacional de Nanotecnologia em 2000, dando com isso início a uma corrida mundial por incentivos estatais à inovação na área. Na América Latina, a primeira década do século XXI foi marcada por tentativas de desenvolver o setor, com a ajuda e a fiscalização de instituições internacionais, como o Banco Mundial e a Organi-

zação dos Estados Americanos. Na América do Sul, o Brasil é o líder no setor (Foladori & Invernizzi, 2012).

De acordo com dados de um relatório da Comissão Europeia (European Commission, 2005), os principais investidores de recursos públicos no setor são os Estados Unidos, o Japão e a União Europeia. O mercado consumidor de produtos que contêm nanomateriais também está concentrado nessas três áreas: União Europeia, Estados Unidos e, no lugar do Japão, a China. Até certo ponto, portanto, os maiores produtores são eles também os maiores compradores.

Canadá, México e Brasil, os países americanos que mais investem em nanotecnologia depois dos Estados Unidos, não têm uma posição relevante dentro do cenário mundial do setor. Nos últimos anos, o Brasil tem assumido uma posição de potência emergente e despertado a atenção de empresários e especuladores de diversos setores da economia, mas ainda não está entre os maiores mercados consumidores – ao menos se compararmos à China, Estados Unidos e União Europeia (Hullmann, 2006)

Ainda de acordo com o mesmo relatório, a nanobiotecnologia é o setor que mais cresce. As empresas de nanobiotecnologia são mais comuns nos Estados Unidos e no Reino Unido do que no Japão e na Alemanha, levando-se em conta apenas os quatro países que mais possuem empresas do setor. Os interesses econômicos e consequentes demandas políticas são proporcionais ao montante de recursos gerados e às perspectivas de crescimento do setor. Continua válida a previsão de Paulo Martins, segundo a qual: “Por volta de 2015, aqueles que controlarem a nanotecnologia serão os grandes *players* em termos de economia mundial” (Martins, 2007, p.59).

Por ser uma área de interesse estratégico para corporações e países, o cuidado na apresentação dos dados sobre os potenciais do setor e a busca por mais espaço de manobra em nome da competitividade tem gerado uma disputa com os grupos de pressão que demandam maior controle sobre a nanotecnologia, o que poderia ser menos lucrativo para as empresas do setor porque limitaria a velocidade de inovação e levaria à proibição de alguns produtos.

Esta disputa entre os grupos de pressão, os interesses de mercado por lucro e os dos países em deter um maior domínio no campo nanotecnológico aponta para uma batalha entre visões de mundo inconciliáveis, pelo apoio da opinião pública, de modo a legitimar a formulação de novas leis restringindo ou ampliando o controle do Estado e da sociedade civil sobre as aplicações atuais e possíveis da manipulação nanoscópica de elementos biológicos (Engelmann *et al.*, 2010).

A fabricação de bens industriais que usam nanotecnologia provoca impactos ambientais ao longo da cadeia produtiva, desde a extração ao descarte, uma vez que os nanocompósitos, isto é, os compostos químicos produzidos em escala nanoscópica, são dispersos na atmosfera e nos mananciais de água doce, reagindo com outras substâncias de modo imprevisto e gerando formas de poluição sobre as quais as informações disponíveis ainda são restritas. Essa dispersão no ambiente afeta diretamente os trabalhadores e os consumidores desses produtos.

Na figura 6, vemos algumas rotas de exposição potencial a nanopartículas, tomando como base tanto aplicações atuais quanto possíveis a curto prazo. No topo, à esquerda, temos a imagem de um trabalhador da indústria. Há três rotas de exposição ligadas a ele: a produção (laboratorial ou

fabril), o transporte (carga e descarga de material) e a estocagem (também carga e descarga). Nesses três momentos do ciclo produtivo, o trabalhador pode ser diretamente afetado pelas nanopartículas dispersas no ambiente ou presentes no material produzido. Na figura, o descarte dos produtos não representaria uma vida de exposição. Isso é uma falha no modelo, porque o descarte é feito também por trabalhadores, que estão igualmente expostos a contaminação. No lado direito da figura, vemos os consumidores, expostos através do produto em si e por meio da poluição ambiental, representada no lado esquerdo inferior da figura. As principais fontes de contaminação provenientes da poluição por nanocompósitos são o ar, a água e os alimentos. Esses últimos estão incluídos porque a contaminação do solo, do ar e da água gera contaminação de alimentos tanto de origem vegetal quanto de origem animal. É importante constar que a poluição ambiental gera contaminação indireta, ou seja, que a contaminação dos consumidores pelos produtos é apenas parte do problema. Também é preciso constar que os trabalhadores são contaminados tanto como trabalhadores quanto como consumidores.

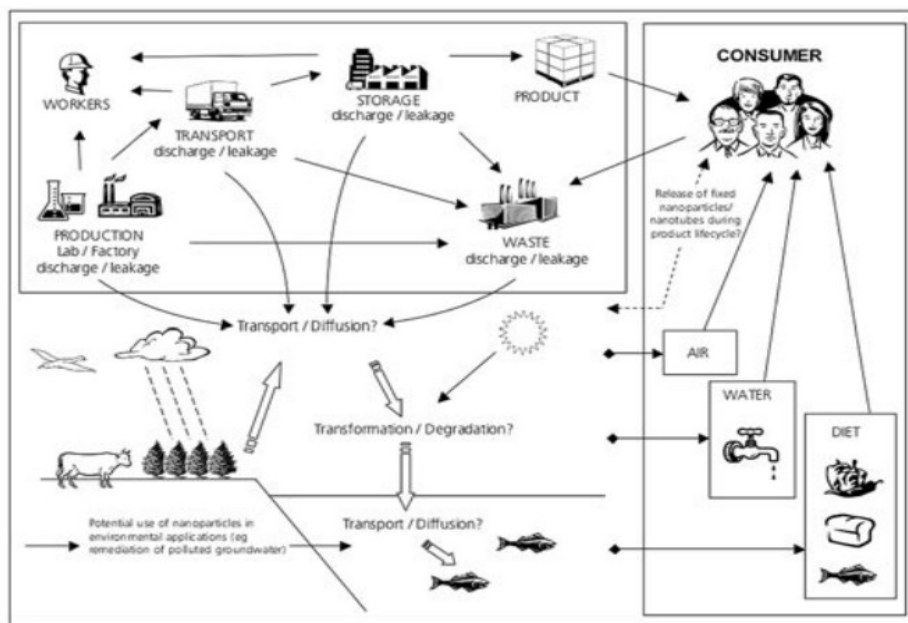


Figura 6: Rotas de exposição a nanopartículas. Fonte: RS&RAE (2004, p. 37).

Segundo Schulte *et al.* (2008, p. 241), quando analisamos o potencial de exposição a nanopartículas nos locais de trabalho devemos levar em conta todo o ciclo de produção. Durante a fase da pesquisa, estão sob risco de contaminação tanto os pesquisadores quanto os técnicos, o pessoal da manutenção e os encarregados do descarte do material. Na fase seguinte, de desenvolvimento, mais profissionais entram em contato com nanopartículas, como os responsáveis pelo transporte do material e os que ficam a cargo de sua estocagem. Por fim, na fase da produção, todos os trabalhadores da fábrica estão sob risco.

Com a disponibilização do produto na forma de mercadoria, os riscos chegam também aos consumidores. É preciso distinguir os consumidores primários dos secundários. Os primeiros são aqueles que consumirão o

produto diretamente. Os secundários são aqueles que consumirão produtos que usam em seu desenvolvimento o material com nanocompósitos comercializado pela fábrica. O consumidor de um alimento que foi embalado em um revestimento plástico nanoestruturado estará exposto aos nanocompósitos do revestimento. Aquele que consome um produto que usa em sua composição o alimento acima passará pela mesma exposição, ainda que não tenha adquirido o produto diretamente. Quem compra um computador que usa nanotubos de carbono em sua produção, por exemplo, estará exposto à contaminação por essas nanopartículas. Grande parte dos produtos com nanomateriais são consumidos por outras fábricas, gerando o risco de contaminação indireta. É preciso, portanto, estar atento a possíveis contaminações indiretas, não apenas as contaminações diretas.

Os trabalhadores são expostos aos nanocompósitos, muitas vezes sem estar cientes disso, sejam as pessoas que atuam nas fábricas onde esses bens são produzidos, sejam as que manipulam os resíduos químicos e os descartam sem que haja cuidados específicos, sejam as contratadas para extrair as matérias-primas necessárias à produção industrial dessas mercadorias (Yokel & MacPhail, 2011). Dados os tamanhos dessas substâncias, ainda não há equipamentos de segurança capazes de evitar totalmente o contato dos trabalhadores com esse material. Também as informações fornecidas pelas empresas a seus empregados são mínimas; sendo a principal justificativa a necessidade de manter sigilo para evitar espionagem industrial (Martins, 2007).

As nanopartículas possuem dimensões menores que os filtros naturais do organismo. Esses filtros agem como peneiras, impedindo a passagem de substâncias estranhas apenas dentro de uma determinada escala. Como as nanopartículas conseguem atravessar esses filtros, por conta de seu tama-

nho, não há como deter seu avanço quando elas entram em contato com o corpo humano (Guazzelli & Perez, 2009). Dessa forma, um nanomaterial desenvolvido para atuar sobre a pele não ficará restrito à pele, mas avançará em direção a tecidos profundos do corpo, chegando a órgãos essenciais e afetando seu funcionamento adequado. Estudos recentes atestam problemas de saúde provocados por vários tipos de nanocompósito²⁶. Como apontam Foladori e Invernizzi (2012, pp.16-17):

O International Council on Nanotechnology²⁷, uma instituição da Universidade de Rice (Estados Unidos) que investiga os riscos dos nanomateriais, tem um banco de informações a respeito. De 2000 a 2010 este banco de dados registrou um aumento considerável dos artigos publicados em revistas científicas dedicados a analisar os potenciais riscos dos nanomateriais à saúde humana e/ou ao meio ambiente. Em 2010, os artigos científicos publicados chegaram a 563. Por sua vez, a NanoCeo (Nanotechnology Citizen Engagement Organization) elaborou um banco de dados que permite classificar os artigos científicos sobre riscos dos nanomateriais segundo o tipo de material nanomanufaturado. Entre o ano 2000 e finais de 2010, ele acumulou 176 artigos sobre os riscos dos nanotubos de carbono, 190 sobre os riscos das nanopartículas de prata e 70 sobre os riscos do dióxido de titânio nanomanufaturado, entre outros materiais classificados. A acumulação de informações científicas já não permite ignorar a dúvida razoável de que várias nanopartículas sejam tóxicas à saúde humana e ao meio ambiente.

26 Uma boa lista de trabalhos científicos confiáveis sobre os riscos conhecidos de alguns dos principais materiais nanoestruturados pode ser encontrada em Hristozov e Malsch (2009). Para mais trabalhos, ver Alkilany e Murphy (2010), Chen *et. al.* (2009), Lasagna-Reeves (2010), Malugin (2010), Schulte (2008) e Yokel e Macphail (2011)

27 Na página virtual do International Council on Nanotechnology (<http://icon.rice.edu/>), é possível encontrar um vasto material sobre nanotecnologia e nanotoxicidade.

A Renanosoma (Rede Brasileira de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente) e a Fundacentro (Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho), centro de pesquisa ligado ao Ministério do Trabalho e Emprego, reúnem os dados mais recentes sobre as nanotecnologias e produzem, desde 2004²⁸ e 2007²⁹, respectivamente, vasto material informativo para preparar os trabalhadores para as exigências de segurança associadas ao uso de nanotecnologia na produção fabril de bens de consumo. Apesar dos esforços desses grupos, nem trabalhadores nem consumidores recebem as informações necessárias sobre nanotecnologia para se precaver dos potenciais problemas de saúde. No Brasil, poucos sindicatos, como o Sindicato de Químicos do Estado de São Paulo, e alguns grupos de proteção ao consumidor, como o Instituto de Defesa do Consumidor, pressionam o Congresso Nacional para que sejam aprovadas leis exigindo que as empresas informem aos trabalhadores e consumidores a presença de nanocompósitos, seus riscos e os modos de prevenir a contaminação³⁰.

28 Segundo o site da rede: “A RENANOSOMA foi fundada em 18/10/2004 por ocasião do I SEMINARIO INTERNACIONAL NANOTECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE – SEMINANOSOMA, realizado na casa da cultura japonesa/FFLCH/ USP, de 18 a 20/10/04”. Ver: nanotecnologiaoavesso.org/quem-somos

29 Conferir o texto “Sobre o projeto institucional”, em que a Fundacentro explica quando começaram seus estudos e ações na área. O texto está disponível no site da instituição: www.fundacentro.gov.br/nanotecnologia/sobre-o-projeto-institucional

30 Algumas das informações sobre o estado atual das disputas políticas em torno dos marcos regulatórios do setor foram obtidas durante edições do Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente a que compareci. Parte dessas informações foi obtida em conversas informais com pesquisadores e ativistas de várias partes do mundo que encontrei nessas ocasiões. É o caso da informação sobre os sindicatos e os institutos de defesa do consumidor. Na décima edição do seminário, que ocorreu em São Paulo, em 2013, tive a oportunidade de comparar o estado atual dessas disputas no Brasil e nos Estados Unidos com sociólogos estadunidenses, particularmente com Kenneth Gould, sociólogo ambiental do Brooklyn College, uma faculdade da Universidade da Cidade de Nova York. Gould me disse, em conversa informal, que a experiência brasileira de luta sindical por regulação do setor, por mais incipiente que fosse, estava mais avançada do que a de seu país, onde os sindicatos não discutiam a questão. Sobre o seminário, cf. sstmpe.fundacentro.gov.br/cursos-e-eventos/detalhe-do-evento/2013/10/programa-do-x-seminario-internacional-nanotecnologia-sociedade-meio-ambiente-x

Há uma disputa, portanto, em torno do direito à informação no tocante aos nanomateriais. A nanotecnologia é uma área estratégica para o desenvolvimento econômico da nação. No Brasil, como em outros países, há um forte lobby por uma menor regulamentação do setor, com o objetivo declarado de aumentar a velocidade da inovação e com isso a competitividade da indústria nacional no mercado global. Em decorrência, os setores que buscam um maior controle público sobre a produção e comercialização dos produtos que possuem nanocompósitos encontram forte resistência dos setores políticos associados às empresas que utilizam nanotecnologia em seus produtos (Engelmann *et al.*, 2010).

É preciso ressaltar que a nanotecnologia faz parte do grupo de tecnologias que se encontram em processo de convergência. Estas são a tecnologia da informação (bits), nanotecnologia (átomos), neurociência (neurônios), biotecnologia (genes). Quando as consideramos todas juntas, estamos nos referindo à questão de estender o controle humano a todos os objetos, à vida, ao conhecimento. Isto traz importantes impactos sociais, políticos e ambientais para a sociedade em que vivemos (Martins, 2007). A convergência tecnológica é um processo que vem acontecendo há alguns anos e já apresenta alguns resultados (Roco & Bainbridge, 2002), particularmente na área médica. Na tabela abaixo, produzida por Foladori e Invernizzi (2006, p.127), vemos algumas das aplicações médicas da junção da nanotecnologia a outras tecnociências de ponta, como a biotecnologia, a tecnologia da informação e a neurociência. No momento da elaboração da tabela, elas ainda estavam em fase de testes. Algumas delas avançaram bastante, mas nenhuma inovação surgida dessas pesquisas já foi disponibilizada comercialmente.

Tecnologias	Uso	Resultados
Nanobioprocessador	Sistemas que lembram o comportamento humano, para testar as drogas que visam biomarcadores específicos.	Remédios específicos para as células afetadas. Controle da doença nas primeiras manifestações.
Automonitoramento de funções e disfunções com nanos-aplicativos nanoimplantados	Permite testar e controlar funções biológicas em nível molecular. É possível pensar em próteses moleculares que podem reparar ou substituir componentes defeituosos em células. Outra função é a imagem intracelular, que pode revelar o mal funcionamento de biomarcadores específicos. Este processo poderia ser algo rotineiro e controlado pelo paciente em sua própria casa.	Frear o desenvolvimento de doenças e até reverter processos de mal funcionamento biológico. Apontar variações nos biomarcadores como mecanismo de controle diário. Retardar o processo de envelhecimento e aumentar a expectativa de vida.
Investigação e intervenção do monitoramento e nanorrobôs ³¹	Nanorrobôs multifuncionais que podem monitorar o funcionamento, por exemplo, do cérebro.	Monitoramento do biofuncionamento e correção de falhas por meio de nanorrobôs.

31 No VII Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, realizado de 10 a 12 de novembro de 2010, no Rio de Janeiro, eu perguntei a Mihail Roco, presidente do subcomitê de Nanotecnologia do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia dos Estados Unidos e um dos autores do estudo seminal sobre convergência tecnológica que usamos em nosso trabalho (Roco & Bainbridge, 2002), ao fim de sua apresentação sobre história da nanotecnologia, sobre o uso de nanorrobôs em cirurgias. Ele disse, na ocasião, que a mera hipótese de se construir nanorrobôs era algo tão fantasioso quanto o receio (apontado por catastrofistas como Bill Joy) do *grey goo*, o cenário hipotético em que toda a matéria da Terra teria sido consumido por nanorrobôs autorreplicantes no processo de produção de outros robôs do mesmo tipo. No mesmo ano, no entanto, saíram as primeiras reportagens sobre pesquisas bem-sucedidas com nanorrobôs usados para transportar fármacos até células cancerígenas viajando pela corrente sanguínea, num cenário bastante similar ao imaginado pelo amigo de Richard Feynman. As inovações em nanotecnologia ocorrem em um ritmo tão acelerado que mesmo os especialistas mais capacitados são incapazes de dizer ao certo o que é e o que não é possível.

	Nanorrobôs que realizem cirurgia e recuperação pós-cirúrgica.	Diminuição do risco e efeitos secundários das intervenções com uso de procedimentos menos invasivos.
Multimodalidades para visão e audição	Aplicativos que corrijam, suplantem ou complementem os processos auditivos e visuais.	Aumento das capacidades em pessoas com dificuldades auditivas e visuais.
Interfaces cérebro-cérebro e cérebro-máquina	Incorporação de nanomáquinas no “espaço neuronal”, de maneira que o aplicativo funcione como uma extensão do próprio corpo e dos sentidos. Possibilidade de diagnosticar desordens cerebrais.	Aumento da sensibilidade, do desenvolvimento motor, cognitivo e comunicativo. Aplicativos implantados, no lugar dos tradicionais “periféricos”, que possam aumentar a memória, a percepção, os sentidos.
Ambientes virtuais	Mecanismos que transcendem as limitações biológicas para que os ambientes virtuais sejam sentidos como iguais aos reais.	Uso educativo, para estudantes de medicina, mas também para a indústria do turismo e do lazer.

Todas essas aplicações dizem respeito à interação entre humano e máquina, uma área com promessas significativas, mas ainda poucos resultados difundidos. As interfaces entre cérebro e máquina, particularmente, dão espaço para especulações sobre o futuro da humanidade e sobre o uso das nanotecnologias para aprimorar o funcionamento do corpo para além dos seus limites usuais. Essas especulações alimentam o imaginário coletivo de promessas de solução para diversas moléstias. No entanto, o grosso das pesquisas nessa área está em fase inicial. Os resultados podem levar décadas para serem difundidos a ponto de provocar as transformações culturais que preveem autores como Kurzweil (2000) e Nicoletti (2011).

1.4. Nanotecnologias no Brasil

O Brasil é líder de investimento em nanotecnologia na América Latina. Como informam Foladori e Invernizzi (2012), o único laboratório latino-americano de luz síncrotron, um acelerador de partículas que permite explorar a estrutura da matéria, fica na Universidade de Campinas, em São Paulo. O Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS) foi projetado em 1983, mas só entrou em funcionamento em 1997. É o primeiro laboratório do tipo no Hemisfério Sul³².

O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), atual Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), começou a estimular o desenvolvimento do setor em 2001, na mesma época em que países de industrialização mais avançada também começavam seus investimentos públicos no setor. Como apontam Martins e Ramos (2009, p.41):

No Brasil, as experiências teóricas e práticas com nanotecnologias remontam ao século passado. No entanto, o século XXI marca a efetivação das políticas públicas para o desenvolvimento das nanotecnologias no país. As ações que fomentam a propagação dessas políticas tiveram início a partir da publicação do Edital MCT/CNPq nº 1, em 2001, que destinou R\$ 3 milhões para a criação de quatro redes de pesquisa. A definição dos rumos das nanotecnologias consolidar-se-ia alguns anos depois, [em 2005,] com a oferta de R\$ 12 milhões por meio do Edital MCT/CNPq nº 29/05.

32 Sobre o LNLS, cf. <http://lnls.cnpem.br/about-us/history/>, acessado em 14 de julho de 2014.

Quatro redes de investigação foram financiadas inicialmente. Entre 2005 e 2009, dez novas redes foram financiadas³³. Em 2010, viriam outras (Santos Jr., 2013). A Portaria MCT nº 252, de 16 de maio de 2003, constituiu o Grupo de Trabalho para a elaboração do Programa Nacional Quadrienal de Nanotecnologia. A Portaria MCT nº 614, de 1º de dezembro de 2004, instituiu a Rede BrasilNano. O Programa Nacional de Nanotecnologia (PNN) foi lançado em 2005, tendo sua base formulada já no Plano Plurianual 2004-2007 de Ciência e Tecnologia, de 2004. O PNN financiou investigação e desenvolvimento, tendo como foco as parcerias público-privadas entre universidades e empresas. Houve forte investimento em laboratórios, incubadoras de empresas especializadas e qualificação de pesquisadores. Em 2007, o Edital CNPq nº 10/2007 disponibilizou R\$ 6,3 milhões para melhorias nos laboratórios brasileiros que realizam pesquisas com materiais nanoestruturados (Martins & Ramos, 2009).

Somente em 2009 foi criado o primeiro projeto brasileiro de pesquisa em nanotecnologia que envolve pesquisadores de ciências humanas,

33 Segundo Martins (2007):

Redes de Pesquisa em Nanotecnologia (2001-2005):

1. Rede de Nanobiotecnologia;
2. Rede de Nanodispositivos, Semicondutores e Materiais Nanoestruturados (NanoSemiMat);
3. Rede Nacional de Materiais Nanoestruturados;
4. Rede de Nanotecnologia Molecular e de Interfaces (Renami).

Redes criadas em 2005 (Rede BrasilNano):

1. Rede de Nanofotônica;
2. Rede de Pesquisa em Nanobiotecnologia e Sistemas Nanoestruturados;
3. Rede de Nanotecnologia Molecular e de Interfaces;
4. Rede de Nanotubos de Carbono: Ciência e Aplicações;
5. Rede de Nanocosméticos: do conceito às aplicações tecnológicas;
6. Rede de Microscopia de Varredura Eletrônica – Software e Hardware Abertos;
7. Rede de Pesquisa em Simulação e Modelagem de Nanoestrutura;
8. Rede Cooperativa de Pesquisa em Revestimentos Nanoestruturados;
9. Rede de Pesquisa Nanoglicobiotecnologia;
10. Rede Nanobiomagnetismo.

chamado “Nanotecnologias aplicadas aos alimentos e aos biocombustíveis: reconhecendo os elementos essenciais para o desenvolvimento de indicadores de risco e de marcos regulatórios que resguardem a saúde e o ambiente”. O projeto, financiado pela Capes, conta com pesquisadores de várias regiões do país. O presente trabalho está inserido nesse projeto.

O fluxo contínuo de recursos públicos voltados ao aceleração das inovações em nanotecnologias produzidas no Brasil levou a uma consequente proliferação de redes de pesquisa em todo o país. Segundo Foladori e Invernizzi (2012, p.09):

Atualmente há cerca de 50 universidades e centros de investigação com mais de 1200 investigadores e 2000 estudantes universitários trabalhando nas diversas áreas das nanotecnologias no Brasil. Dos 120 Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia [antigas Escolas Técnicas] criados pelo MCT até 2008, pelo menos 21 mantêm investigações em nanotecnologia. O país conta com cerca de 150 empresas que desenvolvem ou aplicam nanotecnologia em produtos finais.

Em 2012, para acelerar a inovação nas nanotecnologias, o governo brasileiro criou o Sistema Nacional de Laboratórios em Nanotecnologias (SisNANO). Foram investidos R\$ 400 milhões na infraestrutura dos 26 laboratórios que compõem o sistema. Desses, oito são laboratórios estratégicos, isto é, laboratórios do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação³⁴ (MCTI), financiados pelo próprio MCTI, que disponibilizam mais da meta-

34 O antigo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) adicionou o termo Inovação ao seu nome em 2011 como parte de uma mudança nas políticas públicas voltadas para o desenvolvimento das ciências e tecnologias no Brasil. A mudança do nome deixava claro que o foco das ações do governo estaria daí em diante no incentivo à inovação.

de do tempo de seus equipamentos ao uso externo. Os demais são laboratórios associados ao SisNANO, ou seja, são laboratórios de instituições de pesquisa, que disponibilizam um tempo mínimo de seus equipamentos para uso externo. Os objetivos do SisNANO são:

1. estruturar a governabilidade para as nanotecnologias;
2. desenvolver um programa de mobilização de empresas instaladas no Brasil e de apoio às suas atividades, para atuarem no desenvolvimento de processos, produtos e instrumentação, envolvendo ciência e tecnologia na nanoescala;
3. promover no País o avanço científico e tecnológico e a inovação ligados às propriedades da matéria na nanoescala;
4. otimizar a infraestrutura, o desenvolvimento de pesquisa básica e aplicada e as atividades ligadas à inovação na nanoescala, servindo como suporte ao avanço acelerado do País na área estratégica de nanotecnologias, dotando o País de infraestrutura no mínimo equivalente aos países mais adiantados na área e de formas de operação adequadas à participação de todos os atores relevantes nesse processo;
5. consolidar e ampliar a pesquisa em nanotecnologias, expandindo a capacitação científica e técnica necessária para explorar os benefícios resultantes dos desenvolvimentos associados e suas implicações tecnológicas em: nanofabricação, desenvolvimento e aplicação de nanopartículas, instrumentação em nanociência e nanotecnologia, processos em nanoeletrônica, nanotoxicologia, energias renováveis e limpas, nanobiotecnologia, nanocompósitos, nanofármacos, nanossensores, nanoatuadores e materiais nanoestruturados;
6. universalizar o acesso da comunidade científica, tecnológica e de inovação do País à infraestrutura

avançada para produção e caracterização de nanoestruturas e produtos finais, utilizando propriedades da nanoescala e materiais baseados nessas propriedades;

7. capacitar o País a desenvolver programas de cooperação internacional em condições de igualdade com os parceiros atualmente mais desenvolvidos na área, sempre tendo em vista os grandes objetivos nacionais;

8. desenvolver programas de cooperação internacional junto aos países do Mercosul, objetivando à formação de recursos humanos, à promoção de reuniões conjuntas e à troca de experiências na área de nanotecnologias; e

9. promover a formação, capacitação e fixação de recursos humanos, a educação em nanotecnologias e sua divulgação³⁵.

O SisNANO tornou-se um dos alicerces da Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN), lançada em agosto de 2013³⁶. O MCTI informou que cerca de 340 milhões de reais seriam investidos, ao todo, ao longo de 2013 e 2014, através da IBN, em projetos de nanotecnologia envolvendo setores estratégicos³⁷. Entre esses projetos estariam aqueles voltados para o desenvolvimento de inovações na área de saúde. Somando esse valor ao investido no SisNANO, tem-se a 740 milhões de reais investidos ao longo de três anos (2012, 2013 e 2014), maior investimento feito pelo Brasil nesse setor.

35 Objetivos extraídos da reportagem do site Inovação Tecnológica sobre a criação do SisNANO. Disponível e: http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=sisnano&id=010175120411#.U_gVwvmwJAY, acessado em 22 de julho de 2014.

36 Mais informações no site da IBN: <http://nano.mct.gov.br/>

37 Para mais informações, ver: “MCTI lança a Iniciativa Brasileira em Nanotecnologia”: http://lqes.iqm.unicamp.br/canal_cientifico/lqes_news/lqes_news_cit/lqes_news_2013/lqes_news_novidades_1790.html, acessado em 17 de julho de 2014.

Do mesmo modo que na maioria dos países que investem no setor, também no Brasil a maior parte do investimento em nanotecnologias vem do Estado, não das empresas privadas. As pesquisas são financiadas com recursos públicos, mas, como aponta Martins (2007), o público é estimulado a não se envolver no debate. Como é comum no tocante a inovações tecnocientíficas, particularmente as de maior interesse para Estados e empresários, as nanotecnologias são tratadas como assunto exclusivo dos cientistas e tecnólogos que lidam diretamente com elas em seus laboratórios. A ideia de que há apenas um caminho possível, tão usual no ocultamento do arbitrário que constitui o fundamento das culturas (Berger & Luckmann, 1997), torna-se um discurso do grupo beneficiado com o objetivo de deslegitimar ações contrárias aos seus interesses, como já apontado por Premebida (2011).

Embora a fonte principal dos recursos difira de país para país, em um ponto as pesquisas em nanotecnologia no Brasil coincidem com as realizadas em nações com maior investimento do setor privado: há pouco recurso alocado em pesquisas sobre os impactos sociais das inovações na área. Isso é perceptível no baixo investimento em trabalhos realizados por cientistas sociais, a quem usualmente compete pesquisar esses impactos. Dos R\$139.893.103,58 investidos em nanotecnologia no Brasil entre 2001 e 2006, menos de R\$100.000,00 foram para as ciências humanas (Martins, 2007). Os objetivos do SisNANO, criado em 2012, e da IBN, criada em 2013, não incluem análises dos impactos sociais das nanotecnologias. O foco dos investimentos segue sendo a produção de inovações, não a problematização dessas inovações.

As nanotecnologias demandam estudos que os pesquisadores das áreas “duras” não estão capacitados a realizar, como a análise dos impactos sociais dessas tecnologias, dos impactos econômicos, dos impactos políti-

cos, dos impactos ambientais, de suas implicações éticas e legais, entre outros. Os estudos existentes no Brasil sobre os impactos sociais das nanotecnologias, como os trabalhos de Engelmann (*et al.*, 2010), Premebida (2011) e Santos Jr. (2013), ainda que sejam relativamente poucos, contribuem de modo considerável para o enriquecimento do debate político em torno da regulação do setor. O investimento em mais pesquisas como essas contribuiria para começar a sanar o descompasso entre as pesquisas para produzir as inovações e as pesquisas para problematizar as inovações. Como diz Engelmann (*et al.*, 2010, p. 18), para nós, “o problema não são as descobertas em si, mas os seus reflexos na vida das pessoas e na estrutura do planeta”.

Segundo Paulo Martins (2007, p.15), o desenvolvimento das nanotecnologias no Brasil é feito a partir de três princípios claros. O primeiro é de que o controle social do setor, ou até a mera participação social nas decisões relacionadas ao tema, seria danoso a esse desenvolvimento, uma vez que a velocidade da inovação é fundamental para garantir que o novo tenha sua obsolescência adiada o suficiente para que se possa extrair dele o máximo de lucro e que as nanotecnologias seriam um tema complexo demais, com demasiada exigência de conhecimento específico, o que restringiria o debate aos peritos.

As decisões burocráticas com relação a problemas de ordem tecnocientífica não poderiam, portanto, estar ao alcance de quem não detém meios necessários para compreender os preceitos mínimos da questão; as decisões caberiam somente a uma elite tecnocientífica, devidamente preparada para apresentar argumentos embasados. Na prática, é a formação de um enclave aristocrático no corpo institucional do estado democrático de direito.

O segundo princípio apontado por Martins é o de que a inovação

levaria a vantagens competitivas para o país no mercado internacional, o que por sua vez levaria ao crescimento econômico e, através do crescimento econômico, necessariamente chegaríamos a um aumento da qualidade de vida da população.

O terceiro princípio é de que a trajetória histórica das inovações tecnocientíficas é determinística e de que, portanto, qualquer tentativa de alterar seu rumo, restringir possibilidades ou mesmo questionar as decisões tomadas não surtirá efeito ou, o mais provável, levaria o país a atrasar seu desenvolvimento tecnocientífico frente aos seus concorrentes, com consequências econômicas desastrosas.

O desenvolvimento das nanotecnologias no Brasil é realizado evitando a pluralidade de vozes, justificando a concentração das decisões na necessidade de acelerar as inovações, de modo a tornar o país mais competitivo no mercado internacional. Essa recusa do debate com os leigos, contudo, é uma postura científica anterior ao desenvolvimento das nanotecnologias. Ela tem sua origem na necessidade de garantir a legitimidade do saber científico ante saberes rivais. Um dos pontos de defesa desse isolamento político da dimensão científica está na ideia de que o desenvolvimento das ciências conduz necessariamente ao bem comum.

Como o avanço científico responde a grandes interesses econômicos e políticos, é mais plausível admitir que é a busca de mais poder para seus financiadores que mobiliza a ciência, ainda que essa busca possa, em certos momentos, coincidir com melhorias significativas na vida de uma parcela considerável da população. Ao vedar ao público a chance de discutir os rumos da atividade científica busca-se impedir que essa decisão saia do controle dos cientistas, dos empresários e dos burocratas.

II. MERCANTILIZAÇÃO DE INOVAÇÕES TECNOCIENTÍFICAS

Nesse capítulo analisamos a interdependência entre tecnociências, capital e Estado, com a consequente inter-relação entre desenvolvimento de inovações e busca de novas mercadorias, ou, em outros termos, a consequente inter-relação entre o aumento da disponibilidade técnica e o aumento da mercantilização do mundo. As nanotecnologias, como um caso especial dentro do cenário das produtoras de inovações tecnocientíficas, contribuem para o avanço de uma forma especial de mercantilização: a mercantilização da vida humana, ou seja, a transformação de elementos constituintes do corpo humano em mercadorias, que podem ser melhoradas ou substituídas.

Esse capítulo está dividido em duas seções. Na primeira explicamos a interdependência entre tecnociências, capital e Estado e como essa interdependência leva a uma relação recursiva entre inovações e mercantilização. Na segunda analisamos como o ciclo que leva da divulgação das inovações à sua transformação em mercadorias e da obsolescência dessas mercadorias à pressão pelo desenvolvimento de outras inovações, foi acelerado ao longo do século XX com as transformações no funcionamento do capitalismo que levaram à redução do papel do Estado na economia e à ascensão de uma sociedade centrada no consumo.

2.1. Interdependência entre Tecnociências, Capital e Estado

Em seu ensaio sobre a técnica, Heidegger (2002) estabelece uma diferença essencial entre técnica arcaica e técnica moderna. Essa última seria responsável pela geração de uma nova forma de apropriação cognitiva do mundo, uma racionalidade própria, que enxergaria o mundo como “depósito”, isto é, um acervo de elementos passíveis de serem deslocados de seu contexto original para serem empregados na composição de artefatos. Em outras palavras, o mundo seria gradualmente instrumentalizado pelo pensamento tecnicizado.

Esse raciocínio levaria Brüseke (2010) à conclusão de que a modernidade seria não de origem cultural ou econômica, mas essencialmente técnica. A “modernidade técnica” corresponderia, dessa forma, à mundialização da racionalidade instrumental associada à técnica moderna. O que marcaria a modernidade seria a presença de inovações tecnocientíficas tornadas possíveis pelo avanço dessa mentalidade tecnicista, como as aplicações das nanotecnologias às áreas médicas, de que tratamos nesse trabalho. Não seriam essenciais à modernidade a presença de formas de governo consideradas “modernas”, como o Estado democrático de direito, e formas econômicas, como o capitalismo liberal.

Considerando essa hipótese correta, como o fazemos aqui, é possível encontrar os fundamentos dessa transformação da natureza em depósito na separação trazida pelas tradições religiosas abraâmicas (sendo suas prin-

cipais correntes o judaísmo, o cristianismo e o islamismo) entre um criador que monopoliza o sagrado e uma criação que nada tem de sagrada. Entre esses extremos, encontra-se o ser humano, capaz do sagrado em escalas variáveis, tendo sobre as demais criaturas um direito de posse concedido pelo criador, como demonstra o seguinte trecho de *Bereshit* (ou *Gênesis*), o primeiro livro da Torá, livro sagrado judaico, que é aceito também por cristãos e muçulmanos:

Disse também Deus: Façamos o homem à nossa imagem, conforme a nossa semelhança: domine ele sobre os peixes do mar, sobre as aves do céu, sobre os animais domésticos, sobre toda a terra e sobre todo o réptil que se arrasta sobre a terra.

Criou, pois, Deus o homem à sua imagem, à imagem de Deus o criou; homem e mulher os criou.

Deus os abençoou, e lhes disse: Frutificai, multiplicai-vos, enchei a terra e sujeitai-a; dominai sobre os peixes do mar, sobre as aves do céu e sobre todos os animais que se arrastam sobre a terra.

Disse Deus mais: Eis que vos tenho dado todas as ervas que dão semente, as quais se acham sobre a face de toda a terra, e todas as árvores em que há fruto que dê semente; ser-vos-ão para mantimento.

A todos os animais selvagens e a todas as aves do céu e a tudo que se arrasta sobre a terra, em que há vida, tenho dado todas as ervas verdes para lhes servirem de mantimento; e assim se fez. (Gênesis 1:26-30³⁸)

38 Tradução coletiva, de 1917. O trecho usado foi retirado de: http://pt.wikisource.org/wiki/Tradu%C3%A7%C3%A3o_Brasileira_da_B%C3%Aadblia/G%C3%Aanesis/I#1:1, acessado em 12 de junho de 2014.

Na medida em que a criação existe tão somente em função das necessidades do ser humano, que seria a criação suprema, apenas o ser humano deve ser visto como um fim em si, sendo tudo o mais só meios. Esse princípio leva a duas conclusões complementares: a primeira é de que somente os humanos são fins e a segunda é de que os humanos não podem ser meios. A ideia de que humanos não podem ser meios, apenas fins, é apresentada de modo bastante elaborado na ética kantiana (Kant, 2011).

A natureza, não-humana, é vista não apenas como disponível, mas como a própria disposição. Destituída, pela racionalidade instrumental, do animismo que dá aos demais entes uma dignidade igual ou similar à humana, a natureza é tratada como mero algo, sem direitos, sem propósito senão o de prover aos humanos os meios para satisfazer seus anseios.

A natureza é tão só extensão e movimento; é passiva, eterna e reversível, mecanismo cujos elementos se pode desmontar e depois relacionar sob a forma de leis; não tem nenhuma outra qualidade ou dignidade que nos impeça de desvendar os seus mistérios, desvendamento que não é contemplativo, mas antes ativo, já que visa conhecer a natureza para a dominar e a controlar (Santos, 2008, p.25).

Se o ser humano, único fim, usará os não-humanos, vistos sempre como meios, de modo exploratório, como ocorre sob o domínio da “técnica moderna”, ou se usará de modo contemplativo, para reatar sua conexão com um criador ausente e se tornar “pastor do Ser”, do mistério de haver mundo, do absoluto imanente (Heidegger, 1987), isso seria uma escolha que decorreria do mesmo princípio: de que o ser humano pode dispor de tudo que é

não-humano como bem lhe aprouver. Mas essa disposição pode se estender aos caracteres constituintes da própria humanidade, particularmente em sua forma biológica, como os genes e os hormônios, tornados disponíveis tecnicamente através de avanços em diversas áreas, particularmente as nanotecnologias. Isso rompe o princípio de separação entre humano e não-humanos, ao desumanizar o humano, instrumentalizando-o, tornando-o ele também somente um meio.

Essa percepção do humano como meio não é recente. A escravidão humana, entendida como propriedade e comércio de pessoas como bens móveis, remete, no mínimo, à Antiguidade Clássica (Scheidel, 2005) e segue em curso apesar das legislações em contrário, como mostra o relatório da Walk Free Foundation (2013), que estima a existência de cerca de 30 milhões de escravos no mundo, estando a maior parte deles em países da África e da Ásia. A escravidão humana, contudo, refere-se à comercialização de indivíduos com vistas a usá-los como mão de obra nos mais diversos serviços. Nesse trabalho, quando falamos em “mercantilização da vida humana”, queremos nos referir à transformação do corpo humano em depósito de partes sobressalentes, que podem ser aprimoradas ou substituídas artificialmente. Não é a transformação de cada indivíduo humano em mercadoria, mas a transformação de cada indivíduo em um complexo de mercadorias.

A ideia central desse trabalho é de que, quando a técnica moderna descobre a possibilidade de apropriar-se de partes do corpo humano, ela permite que partes do corpo humano possam ser disponibilizadas como mercadoria, uma vez que, em sociedades capitalistas, tanto artefatos quanto serviços, ambos tecnicamente aprimoráveis, tendem a ser crescentemente difundidos como *mercadoria* – termo entendido aqui como proposto por Marx (1980, pp.41-42):

A mercadoria é, antes de mais nada, um objeto externo, uma coisa que, por suas propriedades, satisfaz necessidades humanas, seja qual for a natureza, a origem delas, provenham do estômago ou da fantasia. Não importa a maneira como a coisa satisfaz a necessidade humana, se diretamente, como meio de subsistência, objeto de consumo, ou indiretamente, como meio de produção.

Segundo Marx, a satisfação de uma necessidade, biológica ou cultural, é o que constitui a utilidade do objeto. E essa utilidade é traduzida em valor-de-uso. Na medida em que um objeto útil é trocado por outro, é necessário estabelecer seu valor-de-troca, ou seja, saber por quanto de um objeto se pretende trocar quanto de outro. Para um objeto ser considerado uma mercadoria não basta que seja, de alguma forma, útil. É preciso que seja produzido ou extraído com o objetivo de ser comercializado, isto é, de ser trocado por outro objeto ou por dinheiro:

Uma coisa pode ser valor-de-uso, sem ser valor [isto é, sem ser mercadoria]. É o que sucede quando sua utilidade para o ser humano não decorre do trabalho. Exemplos: o ar, a terra virgem, seus pastos naturais, a madeira que cresce espontânea na selva etc. Uma coisa pode ser útil e produto do trabalho humano, sem ser mercadoria. Quem, com seu produto, satisfaz a própria necessidade [como um agricultor que planta para o consumo doméstico, por exemplo] gera valor-de-uso, mas não mercadoria. Para criar mercadoria, é mister não só produzir valor-de-uso, mas produzi-lo para outros, dar origem a valor-de-uso social. (Marx, 1980, pp. 47-48)

Para Marx, o capitalismo, como modelo econômico caracterizado pela propriedade privada dos meios de produção e exploração assalariada da mão de obra de pessoas que não detêm os meios de produção, é marcado por uma crescente apropriação econômica do mundo. Em outras palavras, no capitalismo tudo o que pode ser comercializado tende a ser comercializado. A descrição que Marx e Engels (2001) fazem das transformações sociais trazidas pelo capitalismo encaixa-se perfeitamente na que muitos autores fazem das transformações trazidas pela modernidade³⁹, de tal modo que é possível dizer que capitalismo e modernidade se confundem (Berman, 1997). A racionalidade mercantil do capitalismo é apresentada como tendo devastado as relações tradicionais e desencantado o mundo.

A racionalidade mercantil, atrelada ao avanço do capitalismo e analisada por Marx e Engels, e a racionalidade técnica, indispensável ao desenvolvimento da técnica moderna e analisada por Heidegger e Brüseke, são ambas formas de racionalidade instrumental. A racionalidade instrumental é vista como responsável pelas transformações que costumam ser associadas à modernidade. Ela “desencantou” o mundo (Weber, 2004), deixando, como diz Bauman (2001, p.10):

toda a complexa rede de relações sociais no ar – nua, desprotegida, desarmada e exposta, impotente para resistir às regras de ação e aos critérios de racionalidade inspirados pelos negócios, quanto mais para competir efetivamente com eles.

39 Como, p.ex., Bauman (1999b), Beck (2010) e Giddens (1991).

O processo de mercantilização crescente da vida humana é alimentado tanto pelo desencobrimento técnico de possibilidades de uso, aprimoramento ou substituição de partes do corpo humano, através da aplicação de avanços nanotecnológicos às áreas médicas, quanto pelo triunfo de uma mentalidade desencantada que estabelece o humano como mais um meio e a ampliação do poder (político e/ou econômico) como único fim legítimo.

Adorno e Horkheimer (1985) associam a ascensão da razão instrumental ao triunfo do Iluminismo (ou Esclarecimento) sobre formas de pensar concorrentes. Em diversos trechos do livro *Dialética do Esclarecimento*, sua análise forma uma ponte entre as perspectivas marxista e heideggeriana. É o caso, por exemplo, da citação a seguir:

O homem de ciência conhece as coisas na medida em que pode fazê-las. É assim que seu *em-si* torna-se *para-ele*. Nessa metamorfose, a essência das coisas revela-se como sempre a mesma, como substrato da dominação. Essa identidade constitui a unidade da natureza. (Adorno & Horkheimer, 1985, p.49)

A lamentação de que o *em-si* das coisas, isto é, sua essência, tenha se transformado em *para-ele*, ou seja, em utilidade, ecoa tanto a preocupação de Heidegger com o aumento da disponibilidade técnica do mundo quanto a de Marx com a crescente mercantilização do mundo. Isso ocorre porque, assim como ciência e técnica, na modernidade, são estágios complementares de um mesmo processo, a disponibilidade técnica e a mercantilização são momentos diferentes de um mesmo movimento.

Nesse trabalho, defendemos que, ainda que os autores em questão discordem em pontos significativos de suas análises, as abordagens heideggerianas e marxista da instrumentalização do mundo, em vez de se oporem, se complementam: a disponibilidade técnica, como apresentada por Heidegger, abre caminho para a mercantilização do mundo, como apontada por Marx. A disponibilidade técnica sobre os elementos constituintes da vida humana, através de avanços em tecnociências de ponta, como as nanotecnologias, é apenas a etapa inicial no movimento de mercantilização da vida humana.

A relação entre técnica e capital, de que tratamos aqui, parte da análise de Brüseke (2010), para quem as inovações que ampliam a disponibilidade técnica da natureza só podem advir de uma relação complexa entre ciência moderna, técnica moderna e empresa capitalista (figura 8).

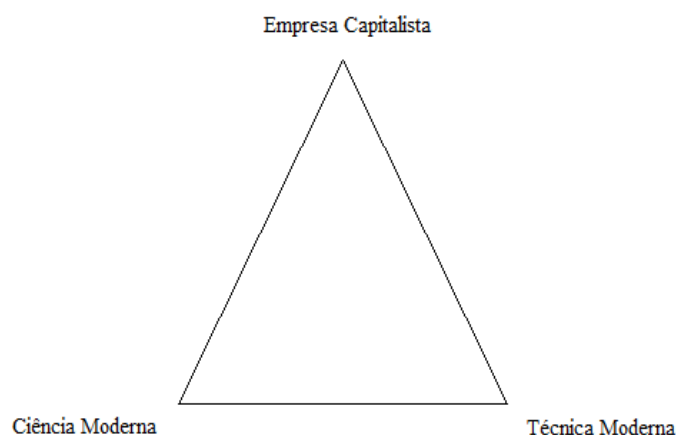


Figura 7: Esquema desenvolvido a partir de Brüseke (2010).

Nesse trabalho sentimos a necessidade de alterar esse esquema por duas razões. A primeira é que, como demonstra Latour (2001) em seus estudos antropológicos da ciência, a técnica moderna está de tal modo fundida à ciência moderna, em um processo simbiótico irreversível, que seria melhor considerá-las como duas partes de um mesmo processo: a tecnociência. A técnica tem sido aprimorada continuamente através da ciência e a ciência tem avançado por conta da técnica, tanto no sentido de que a técnica garante equipamentos que auxiliam o trabalho laboratorial, como também no sentido de que a ciência tem ganhado recursos na medida em que é capaz de aprimorar a técnica – e a técnica aprimorada dá retorno ao investimento feito por empresários e burocratas. Em outras palavras, técnica e ciência modernas estão imbricadas uma na outra; são interdependentes.

A técnica moderna, na medida em que transforma teoria em artefato, tem sido a grande legitimadora do fazer científico, servindo de ponte entre os desenvolvedores da ciência, interessados, entre outras coisas, em ampliar o conhecimento, e os financiadores da ciência, interessados no retorno econômico e/ou político dos artefatos desenvolvidos. A palavra tecnociência nomeia, assim, uma rede. Essa rede, envolvendo cientistas, tecnólogos, equipamentos, objetos de estudos, instituições e revistas, é parte de uma rede maior que integra as inovações tecnocientíficas às demandas econômicas, políticas e culturais. Dessas últimas, geralmente, chegam as pressões ideológicas internas e externas que impulsionam ou freiam determinadas pesquisas e análises de resultados (Premebida, 2011).

As inovações tecnocientíficas, que ampliam a disponibilidade técnica do mundo, são promovidas por um arranjo entre tecnociência e empresa capitalista, em que a primeira fornece a inovação em troca do investimento fornecido pela segunda, e vice-versa. É o que ocorre no caso da aplicação

das nanotecnologias às áreas médicas, com o vasto investimento de corporações de setores com interesse comercial nas invenções daí decorrentes, como as gigantes do ramo farmacêutico.

A Novartis, uma das principais empresas do setor, tem sua própria instituição de pesquisa, o Novartis Institute for Biomedical Research (NIBR), como nove campi ao todo, sendo quatro nos Estados Unidos, um na China, um em Singapura, um na Suíça, um na Itália e um no Reino Unido⁴⁰. Nessa instituição, ela desenvolve pesquisa em nanotecnologias, com ênfase nos sistemas de *drug delivery*, que são o principal foco do interesse das empresas farmacêuticas por seu potencial para o futuro do setor.

Tanto a Novartis quanto suas principais concorrentes, como a Roche e a Johnson & Johnson, defendem o potencial das nanotecnologias para o desenvolvimento de fármacos mais eficientes no tratamento de diversas doenças, particularmente o câncer, mas todas são igualmente cautelosas em sua defesa das nanotecnologias, afirmando agir com precaução e levar em conta os riscos potenciais⁴¹. A Roche, particularmente, fecha seu discurso cauteloso com a afirmação de que considera desnecessário aumentar a regulamentação do setor e teme que novas legislações impeçam usos que a empresa não considera reprováveis:

40 Para mais informações, ver: <http://www.nibr.com/>

41 A Novartis posicionou-se a respeito em documento que pode encontrado nesse link: <http://www.novartis.com/downloads/corporate-responsibility/resources/positions/nanotechnology-based-medicine.pdf>. A Roche também divulgou sua posição em um documento, disponível em: http://www.roche.com/roche_position_on_nanotechnology.pdf. A Johnson & Johnson, por sua vez, criou um documento com linhas gerais sobre como proceder na realização de suas pesquisas com nanomateriais considerando-se os riscos potenciais: https://www.jnj.com/sites/default/files/pdf/Nanotechnology_march2013.pdf

Acreditamos que os regulamentos atuais e os rigorosos requisitos de segurança [já existentes] para testes de produtos farmacêuticos provêm um quadro adequado para a avaliação de segurança de novos produtos farmacêuticos em nanoescala ou desenvolvidos com base em nanotecnologias. No entanto, estamos monitorando e considerando cuidadosamente e continuamente os novos conhecimentos científicos e novos princípios regulatórios. Nós incentivamos novos estudos e promovemos um diálogo informado sobre a nanotecnologia entre os diferentes atores. É importante explorar as oportunidades desta tecnologia com cautela, mas de forma proativa. **Dado o potencial valor da nanotecnologia, a Roche** tem uma posição favorável a pesquisas ativas, mas seguras, no campo e **se opõe a qualquer ação que bloqueie o desenvolvimento das vantagens potenciais da nanotecnologia** ou a geração de banco de dados necessário para a segurança. Em todas as nossas atividades atuais e futuras em nanotecnologia – em busca de nosso supremo objetivo e nossa suprema responsabilidade de servir a saúde e o bem-estar humanos – realizaremos nossas atividades levando em conta as preocupações e expectativas dos cidadãos, bem como todas as leis e regulamentos aplicáveis⁴². [grifos nossos]

O posicionamento da Roche sobre a regulamentação do setor nanofarmacêutico fornece uma segunda razão para rever o esquema: a ausência de um ator importante nesse acordo entre tecnociências e empresas. Esse ator, que poderia “bloquear o desenvolvimento das vantagens potenciais da nanotecnologia”, é o Estado. Os Estados nacionais são agentes indispensáveis no desenvolvimento da empreitada tecnocientífica. A técnica moderna depende simbioticamente não só do conhecimento provindo da ciência moderna, mas também dos investimentos oriundos tanto das empresas capitalistas quanto dos Estados nacionais.

42 Essa declaração está nos últimos dois parágrafos da página dois do documento em que a Roche se posiciona quanto ao uso de nanotecnologias na elaboração de novos medicamentos. Ver: http://www.roche.com/roche_position_on_nanotechnology.pdf, acessado em 21 de julho de 2014.

O Estado vale-se das empresas para munir-se de recursos com os quais possa impor seu domínio sobre o território nacional e a população a ele atrelado. E usa a ciência para exercer esse domínio de modo eficaz (Foucault, 2008). As empresas valem-se do Estado para garantir a estabilidade necessária para sua prosperidade e das inovações tecnocientíficas para assegurar vantagens competitivas ante as rivais (George, 2002). Os cientistas e os tecnólogos valem-se tanto das empresas quanto do Estado para garantir recursos de diversos tipos, indispensáveis ao desenvolvimento de novos produtos e serviços (Latour, 2001). Há, portanto, uma troca de auxílios que contribui para o aumento do controle em cada uma dessas esferas.

É preciso fazer algumas modificações na pirâmide citada, trocando os dois vértices em que ciência e técnica modernas aparecem separadas por um único vértice para as tecnociências, bem como acrescentando o Estado como agente nessa relação complexa e ampliando o terceiro parceiro, de empresas capitalistas para Capital, como um todo, o que inclui também o capital especulativo, uma vez que parte dos investimentos em tecnociências vem de investidores que não representam empresas (figura 9).

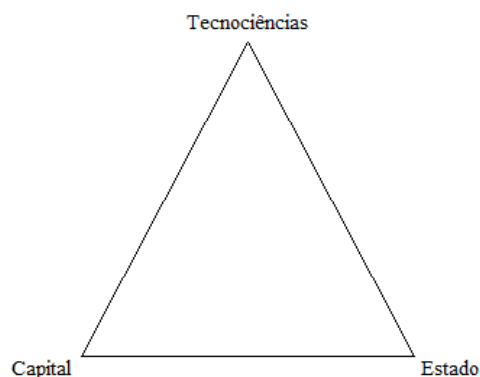


Figura 8: Esquema que propomos.

A atividade científica é muitas vezes apresentada como uma esfera social independente, limitada apenas por seus próprios princípios e dirigida tão somente à busca da verdade. Esse ponto é fundamental para muitos cientistas, que veem nessa ideia a chave da legitimidade de seu procedimento, como analisado por Lyotard (1998) e apontado por Premebida (2011) no discurso de cientistas contemporâneos.

A ciência, no entanto, é uma atividade integrada ao conjunto de atividades sociais. Ela é uma atividade social complexa; o que quer dizer, segundo Morin (2011), que ela comporta tensões, ao mesmo tempo, contrárias e complementares e se reorganiza a partir do choque entre seus arranjos e falhas. Segundo Latour (2001), ela ocorre em troca contínua com um contexto social que lhe serve, ao mesmo tempo, de estímulo e resposta. Para ele, a atividade científica só seria possível quando imersa em uma rede soci-

al que estabelece as devidas pressões econômicas, políticas e culturais que impulsionam e limitam o trabalho dos cientistas. As inovações trazidas pelas nanotecnologias só são possíveis graças a fartos investimentos de diversos setores sociais. É preciso não apenas vastos recursos financeiros, advindos tanto de empresas interessadas quanto de instituições estatais de fomento à pesquisa. É preciso também consideráveis recursos humanos, isto é, mão de obra especializada, oriunda de instituições de ensino superior tanto públicas quanto privadas (Premebida, 2011).

A atividade científica demanda recursos que não podem ser encontrados somente dentro das instituições científicas. Em sociedades capitalistas, empresas privadas e instituições governamentais financiam as inovações tecnocientíficas, tendo como um dos principais objetivos o de desenvolver novos produtos, aprimorar produtos já existentes ou otimizar sua produção e distribuição. Esses investimentos, usualmente proporcionais à expectativa de retorno comercial, buscam não apenas viabilizar as inovações, mas acelerá-las, para que a chegada de novos produtos, o aprimoramento dos existentes e a otimização do ciclo produtivo garantam vantagens aos envolvidos em um mercado altamente competitivo e marcado pela aceleração não apenas das descobertas, mas também da obsolescência das novidades tecnocientíficas (Baudrillard, 1995). A competição econômica devidamente alimentada e sustentada, seja entre empresas, estados nacionais ou mesmo entre indivíduos que disputam posições favoráveis no mercado de trabalho, é um *catalisador* de transformações tecnocientíficas; e, através delas, de transformações sociais (Giddens, 1991).

Desde meados do século XX, com o aprimoramento dos instrumentos de observação e manipulação de materiais em escala muito abaixo do visível a olhos desarmados, os cientistas aumentaram seu conhecimento sobre

a natureza dos constituintes fundamentais dos organismos vivos, como os genes, os hormônios e as células. Isso levou a uma mais eficiente manipulação não apenas do corpo humano, mas também de todos os seres vivos, levando a avanços em áreas aparentemente tão díspares quanto a farmacologia e a agricultura, gerando transformações significativas nos modos de vida de bilhões de pessoas (Fukuyama, 2003).

Os cientistas responsáveis por inovações relevantes costumam ser retratados na ficção como indivíduos alheios ao convívio social, imersos em seus laboratórios e seus experimentos⁴³. Isso, no entanto, está longe da rotina dos pesquisadores, que estão inseridos em redes de pesquisa que conectam instituições e gerenciam financiamento tanto público quanto privado. Em sociedades modernas, marcadas pela associação entre tecnociências, capital e Estado, os cientistas precisam lidar tanto com seus materiais e instrumentos quanto com os burocratas que garantem os recursos e fiscalizam seu uso. Precisam também lidar com seus colegas de laboratório, com os estudantes que os auxiliam, com seus pares, que avaliarão seu trabalho e que contribuem para ele com suas próprias pesquisas, e às vezes até mesmo com jornalistas que buscam esclarecimento sobre a pesquisa em troca de divulgação, que pode resultar em mais recursos. Como mostra Latour (1997) em sua etnografia de um laboratório de neurociência, os cientistas precisam ne-

43 Alguns exemplos de filmes conhecidos que retratam inventores como grandes cientistas isolados do convívio social: *De Volta Para o Futuro* (Back to the Future, 1985, dir. Robert Zemeckis) apresenta um cientista brilhante que criou uma máquina do tempo, na forma de um automóvel, em sua oficina; *Re-Animator* (1985, dir. Stuart Gordon), adaptação de um livro de H.P. Lovecraft, apresenta uma estória similar à do livro *Frankenstein*, de Mary Shelley, com um cientista solitário desenvolvendo uma fórmula que permite ressuscitar os mortos; *Metrópolis* (1927, dir. Fritz Lang), adaptação de um livro de Thea von Harbou, traz a produção de uma androide por um inventor solitário. Ainda que a figura do inventor solitário encontre correspondente em figuras históricas, como Santos Dumont, Hercule Florence e mesmo Louis Pasteur, mesmo nesses casos suas invenções não seriam possíveis sem uma série de invenções prévias e de teorias científicas desenvolvidas por outras pessoas.

gociar tanto com as pessoas envolvidas quanto com o universo de atores não-humanos de que a ciência depende para ser produzida, como os materiais, os instrumentos, as cobaias etc. Dessa forma, a rede que viabiliza a produção de conhecimento científico e suas aplicações técnicas é formada tanto por humanos quanto por não-humanos.

O fazer científico mobiliza discursos e atores (humanos e não-humanos) não apenas para chegar a formulações verificáveis, mas para agir de acordo com as convenções necessárias para garantir a legitimidade do processo. Como aponta Premebida (2011, p.102), ao analisar a pretensão de independência da atividade científica em relação a quaisquer determinantes sociais:

A produção do conhecimento científico e tecnológico, grosso modo, é constituída por um apanhado de problemas e questões materiais, tais como o aparato laboratorial, os instrumentos necessários à simulação de fenômenos naturais e a criação de procedimentos destes aparelhos e instrumentos. Estes elementos materiais só funcionam quando operacionalizados juntos a questões e problemas sociais tais como as formas de legitimidade e credibilidade dos resultados e experimentos científicos. Estas questões ajudam a pensar o estabelecimento da ordem de quem pode tecer considerações acerca de um assunto especializado e quem não pode. E, por último, existem as questões e problemas ligados aos modos de representar e divulgar os objetos do conhecimento, tanto aos especialistas, como ao público leigo.

As tecnociências, como as nanotecnologias, respondem tanto a demandas cognitivas quanto a não-cognitivas. Seu rumo é ditado não somente pelos obstáculos e pelas trilhas que a experimentação laboratorial apresenta,

mas também pelas solicitações das agências financiadoras, das universidades, das empresas e dos governos. Ao mesmo tempo, na medida em que essas demandas são ou não atendidas a contento, há uma resposta dessas instâncias sociais às inovações tecnocientíficas.

A relação entre a dimensão científica e a dimensão social, entre o que Latour (2001) chama de “conteúdo” da ciência e o seu “contexto”, é semelhante ao que Giddens, em sua análise sobre a reflexividade na modernidade recente, chama de “hermenêutica dupla”, isto é, a mútua interação interpretativa entre sociólogos e agentes sociais, de modo que novas percepções sociais geram novas concepções sociológicas e essas terminam por gerar percepções sociais mais novas ainda, em um processo dinâmico interminável. Em outras palavras, “o conhecimento reflexivamente aplicado às condições de reprodução do sistema altera intrinsecamente as circunstâncias as quais ele originariamente se referia” (Giddens, 1991, p.52). O conceito de Giddens é um caso especial do que Morin chama de recursividade, isto é, um tipo de circuito fechado de retroalimentação contínua – na prática, uma causação recíproca em que a causa é, ela mesma, efeito de seu efeito, um “processo onde os produtos e os efeitos são ao mesmo tempo causas e produtores do que os produz” (Morin, 2011, p.74). O modelo recursivo de interação está presente em todas as relações sociais marcadas pela complexidade, inclusive a relação entre as tecnociências e as sociedades modernas.

As inovações possibilitadas pelos avanços nas nanotecnologias aplicados às áreas médicas, disponibilizados como mercadorias, promovem modificações sociais e essas modificações sociais, por sua vez, geram novas demandas ou potenciais de consumo para mercadorias ainda inexistentes, o que leva os investidores a pressionar os cientistas para que eles realizem novas pesquisas que possam gerar inovações, que, uma vez disponibilizadas

na forma de mercadorias, gerarão novas modificações sociais. Tecnociências e sociedades modernas modificam-se recursivamente.

O aumento da expectativa de vida, com o envelhecimento da população e consequente crise dos modelos previdenciários em voga, é um claro exemplo de consequência social de inovações tecnocientíficas aplicadas às áreas médicas. O aumento da longevidade humana é consequência, dentre outros fatores, também de inovações tecnocientíficas anteriores às nanotecnologias, como a invenção dos antibióticos e das vacinas, e leva à pressão pela disponibilidade de novos produtos e serviços que possibilitem uma extensão ainda maior da expectativa de vida.

As nanotecnologias trazem a promessa de inovações que podem estender ainda mais a vida humana, para ao menos 200 anos. Esse é o caso, por exemplo, de um tratamento com células-tronco umbilicais testado em ratos de laboratório geneticamente modificados para desenvolver progeria (uma condição que leva a envelhecimento acelerado) que foi capaz estender de 21 para 71 dias o tempo de vida da cobaia – o que equivaleria, segundo os pesquisadores envolvidos, a elevar de 80 para 200 anos a expectativa de vida humana (Lavasani *et al.*, 2012). Há promessas de estender a vida humana para muito além desses – convém lembrar – hipotéticos 200 anos, apresentados por autores como Kurzweil, conhecido por seus prognósticos otimistas e hiperbólicos em relação ao futuro das tecnociências (Kurzweil & Grossman, 2007).

A recursividade, como exemplificada no caso do aumento da expectativa de vida, é um dos princípios formadores do paradigma da complexidade, de Morin (2011), sendo os outros dois a dialogia e o holograma. Segundo Morin, em um sistema complexo, elementos antagônicos convivem

de modo complementar, sem que a contradição e sua tensão associada sejam eliminadas. Esse é o princípio dialógico. Do mesmo modo, nele, como em um holograma físico, a parte traz em si uma imagem do todo, de modo que parte e todo fazem continua referência uma ao outro. Esse é o princípio hologramático. Os três princípios estão parcialmente interligados.

O paradigma da complexidade surge como resposta à crise do pensamento simplificador, incapaz de lidar com a inevitabilidade perceptível da desordem, que torna impossível a redução do real a leis universais que supostamente manteriam uma ordem perfeita. Reduzir o real ao racional foi um projeto que guiou a ciência moderna por séculos, até fraquejar a partir do século XIX (Santos, 2008). Apenas tardiamente percebeu-se que “as formulações teóricas da realidade, quer sejam científicas ou filosóficas quer sejam até mitológicas, não esgotam o que é ‘real’ para os membros de uma sociedade” (Berger & Luckmann, 1997). O paradigma da complexidade se apresenta quando se percebe que o conhecimento é necessariamente limitado e falho, e que a desordem intrínseca conduz a novas formas de organização.

Durante séculos, os cientistas se acostumaram a pensar a ciência como se ela estivesse isolada do resto da sociedade. Contudo, cada vez mais ficou claro para os teóricos do fazer científico que os elementos antes tomados como não-científicos são, de fato, constitutivos do fazer científico. Segundo essa nova percepção, as tecnociências, como as nanotecnologias, são atividades sociais sujeitas às mesmas tensões sem resolução que marcam as relações sociais complexas (Morin, 2005).

As tecnociências também se realizam no cerne de uma tensão dialógica, isto é, sem resolução possível, entre elementos antagônicos e, ao

mesmo tempo, complementares, como, por exemplo, a necessidade de contribuir para o avanço do conhecimento comum, sem o qual o fazer científico se estagna, e a necessidade de preservar certas descobertas na forma de patentes, sem as quais o financiamento das pesquisas seria drasticamente reduzido. O patenteamento, por sinal, expandiu seu propósito.

Inicialmente com o objetivo de preservar invenções, cada vez mais tem sido usado para cercar objetos de pesquisa, garantindo exclusividade não apenas sobre os resultados de pesquisas envolvendo o objeto patenteado, que pode ser, até mesmo, genes humanos, mas também exclusividade de exploração do objeto, com pesquisas sendo proibidas porque o objeto que investigam já foi demarcado como de posse de determinada empresa ou universidade⁴⁴.

44 A manipulação de genes humanos é anterior ao desenvolvimento da nanotecnologia, mas foi potencializada por ela, aprimorada para atingir um grau de precisão inédito. Com Gregor Mendel (1822-1884), considerado fundador da Genética moderna, essa manipulação era realizada em nível macroscópico, dentro do processo reprodutivo, em técnicas de hibridização que buscavam aumentar a chance de desenvolver espécimes com as características desejadas. Somente nos anos 1970, duas décadas após a descoberta a forma e a relevância do DNA, a manipulação dos genes começou a fornecer seus primeiros resultados. Segundo Arnold (2009), o primeiro organismo genético, uma bactéria, foi produzido em laboratório em 1973, um ano antes de Norio Taniguchi criar o termo “nanotecnologia”. O primeiro produto comercial disponível a partir de manipulação genética de organismos foi a insulina sintética, usada no tratamento da diabetes, que foi desenvolvida, em 1978, a partir da inserção, no código genético de uma bactéria, de genes sintéticos com informação sobre como produzir insulina. A aprovação pela FDA (Food and Drug Administration, órgão administrativo estadunidense responsável pela liberação, restrição ou proibição do comércio de alimentos e remédios) para comercialização da insulina sintética chegou apenas quatro anos depois, em 1982. O advento das nanotecnologias na década de 1980 contribuiu para o aprimoramento da engenharia genética, tornando possível criar e manipular genes com uma precisão inédita. Segundo Myszczyk e Meirelles (2008), embora o patenteamento de seres vivos remeta ao século XIX, com a concessão da patente da levedura de cerveja a Louis Pasteur em 1871, o patenteamento de genes humanos só virou alvo de discussão na década de 1980 em decorrência de solicitações e posteriores concessões de patente de genes humanos com potencial para serem aplicados em tratamentos envolvendo emprego de engenharia genética, tanto em embriões quanto em organismos desenvolvidos. O objetivo do patenteamento é garantir exclusividade nos direitos de exploração de potenciais aplicações do gene patenteado. Em junho de 2013, a

A transdisciplinaridade, que marca as investigações contemporâneas de objetos complexos, como as nanotecnologias, tem sua raiz no reconhecimento de que os objetos de investigação científica não podem mais ser retirados impunemente de seu contexto, sendo preciso sempre fazer as necessárias conexões entre as especialidades científicas de modo que objetos que dialogam no universo empírico possam dialogar também em sua apropriação científica (Nicolescu, 1999), como, por exemplo, os nanofármacos, pesquisados por cientistas de áreas exatas e biológicas, e o fenômeno correlato da patologização dos comportamentos sociais desviantes, pesquisada por cientistas sociais.

A descoberta de novas formas de alterar quimicamente o comportamento humano está conectada a novas formas de ver esse comportamento e a novas formas de lidar com ele, como mostra Fukuyama (2003) em seu ensaio sobre as transformações sociais trazidas pelas biotecnologias. Somente estudos transdisciplinares podem garantir uma compreensão mais adequada de questões complexas, como proposto por Morin (2011) e seu princípio hologramático; o todo remete às partes e as partes remetem ao todo.

Por fim, em uma relação claramente recursiva, as tecnociências resultam das sociedades em que se desenvolvem, mas essas sociedades também resultam dessas tecnociências. Há uma dupla causação. Como aponta alhures o mesmo Morin (2005, p.20):

Suprema Corte dos Estados Unidos, em decisão unânime, decidiu que genes humanos não podem ser patenteados. A decisão diz respeito aos genes naturais, não a genes que venham a ser desenvolvidos em laboratório (Cf., p.ex.: <http://www.nytimes.com/2013/06/14/us/supreme-court-rules-human-genes-may-not-be-patented.html>, acessado em 16 de junho de 2013).

A técnica produzida pelas ciências transforma a sociedade, mas também, retroativamente, a sociedade tecnologizada transforma a própria ciência. Os interesses econômicos, capitalistas, o interesse do Estado desempenham seu papel ativo nesse circuito de acordo com suas finalidades, seus programas, suas subvenções. A instituição científica suporta as coações tecno-burocráticas próprias dos grandes aparelhos econômicos ou estatais, mas nem o Estado, nem a indústria, nem o capital são guiados pelo espírito científico: utilizam os poderes que a investigação científica lhes dá.

Geralmente, os pesquisadores que se dedicam a estudar o funcionamento das tecnociências só enxergam a interação tecnociências/sociedades por uma via. Para eles, só haveria duas opções: ou as sociedades manipulam as tecnociências, mas não são manipuladas por elas; ou as tecnociências manipulam as sociedades, mas não são manipuladas por elas (Latour, 2001).

Em ambos os casos, trata-se de uma clássica distinção do tipo sistema-ambiente, mantendo-se a discussão somente no âmbito do grau de abertura do sistema. Nesse ponto, a teoria dos sistemas de Luhmann (1997) pode contribuir. De acordo com essa perspectiva, um sistema jamais se confunde com seu ambiente, isto é, com seu entorno, mas se abre para ele na forma de uma permeabilidade seletiva, que filtra os dados externos, os processa e devolve em forma de interação. A abertura de um sistema oscila de acordo com a quantidade de informação que este é capaz de trocar com o ambiente. Se entendermos a ciência⁴⁵ como sistema, seu ambiente seria a série de estímulos sociais (investimentos, crenças, pressões etc.) que impul-

45 Por uma questão de melhor desenvolvimento da linha argumentativa, concentraremos na ciência a análise, a partir daqui e até o fim do capítulo, em vez de trabalhar com as tecnociências, entendidas como a simbiose entre ciência e técnica que ocorre na modernidade. A ciência é a fase da investigação do mundo de modo a descobrir as possibilidades de exploração. A técnica, por sua vez, é a exploração do mundo de modo a ampliar as possibilidades de comercialização.

sionam os cientistas em determinada direção. A grande questão para os sistemas é jamais se deixar confundir com o ambiente, mas preservar uma quantidade ideal de trocas para realizar as adaptações que permitem que o sistema siga atuante. Se entendermos a ciência como um sistema, seu conteúdo passa a ser o processamento interno desse sistema e seu contexto, o ambiente.

Para alguns teóricos do fazer científico, que Latour (2001) apelida de “guerreiros da ciência”, a ciência é um sistema fechado; não hermeticamente fechado, mas suficientemente fechado para que a intervenção do ambiente não seja mais do que um ruído de fundo. Por outro lado, para os sociólogos da ciência associados ao construtivismo radical, como os seguidores do programa forte da sociologia do conhecimento, proposto por David Bloor (2009), que reduz todo o fazer científico à sua dimensão social, a ciência é um sistema tão aberto que chega a se confundir com o ambiente. Dessa forma, o conhecimento científico – que modernamente alimenta as inovações tecnológicas de modo que podemos chamar essas inovações de tecnocientíficas – seria, para essa corrente, tão somente uma dentre as inúmeras manifestações culturais.

O que Latour (2001) propõe, como parte de uma visão construtivista moderada, é que a ciência, se vista como sistema, seja tomada como relativamente aberta. Sua abertura deve ser tal que leve à máxima absorção de informações do ambiente sem pôr em risco a distinção entre sistema e ambiente, indispensável para a manutenção do sistema. Como lembra Luhmann (1997, p.44),

o sistema nunca chegaria a construir sua própria complexidade e seu próprio saber, se fosse confundido continuamente com o ambiente. (...) Dependente de operações internas, o sistema precisa, por esta razão, poder diferenciar no âmbito interno (onde mais?) entre autorreferência e referência externa. Somente sob esta condição tornar-se-á capaz de operar de modo cognitivo.

Em outras palavras, a atividade científica demanda a definição adequada de limites epistemológicos entre o que é método e o que é dado, ou, para usar uma dicotomia consagrada, o que é “sujeito” (autorreferência) e o que é “objeto” (referência externa). A ciência só pode se realizar abrindo-se ao objeto, mas sem permitir que ele se confunda com o sujeito. Para Latour (2001), é apenas na medida em que se abre ao máximo possível, que o fazer científico se torna realizável. O discurso científico seria, portanto, de fato uma forma de narração, como propõe Bloor (2009), mas não uma que possa ser facilmente confundida com a dos textos ficcionais.

O texto científico é diferente de todas as outras formas de narrativa. Ele fala de um referente, presente no texto, de um modo diverso da prosa: mapa, diagrama, equação, tabela, esboço. Mobilizando seu próprio referente interno, o texto científico traz em si sua própria verificação (Latour, 2001, p.72).

O próprio círculo interno de cientistas, com seus códigos, suas demandas e suas crenças, age como intervenção social, ou não-cognitiva, no agir científico, conduzindo a pesquisa por determinados rumos e garantindo o êxito de um pesquisador, através do reconhecimento pelos pares, ou sua

desgraça pelo ostracismo. Isso significa que existe uma pressão para a confluência de opiniões, do mesmo modo que há uma resistência sensível a pensamentos dissonantes. Toda ciência, incluindo-se aí as nanotecnologias, funciona pelo deslocamento de consensos, pelo arranjo de acordos entre os cientistas, como aponta Bloor (2009)⁴⁶.

Diferente do que é proposto por Bloor, contudo, esse arranjo não se dá sem referência no domínio empírico da prática científica. A ciência é de fato, em parte, um acordo verbal, mas um acordo com lastro em experiência compartilhável. Como apontado por Max Weber (2006), em sua palestra sobre o fazer científico, a ciência como atividade social é uma forma de compartilhar experiências, com um passo a passo metodológico estabelecido previamente, que tem por objetivo fazer com que pessoas com diferentes cosmovisões sejam capazes de chegar às mesmas conclusões sobre os mesmos fenômenos. A ciência moderna é calcada na expectativa de suscitar consensos. O trabalho do pesquisador consiste em partir de consensos prévios para chegar a novas afirmações, carregando essas novas afirmações de dados verificáveis, seguindo os passos que seus pares estabeleceram, para que os demais possam testar, confirmar e, por fim, concordar. Uma vez que um número suficiente de cientistas influentes concorda, a nova afirmação vira

46 O programa forte de Bloor visa romper a dicotomia clássica que separa conhecimento de crença infundada e estabelece que a sociologia só pode compreender as origens das crenças porque a origem do conhecimento seria tão somente o contato do conhecedor com a verdade, como se a verdade se desse ao conhecedor por osmose. São quatro os princípios fundamentais do programa: a causalidade (todo conhecimento tem causas não-cognitivas), a simetria (tanto o conhecimento fundamentado quanto a crença infundada podem ser explicados sociologicamente), imparcialidade (não cabe à sociologia do conhecimento determinar que conhecimento é verdadeiro) e a reflexividade (esses princípios valem para a própria sociologia do conhecimento). Assim, o fato de um conhecimento ter causas não-cognitivas não tornaria esse conhecimento necessariamente falso. Tanto que a própria sociologia do conhecimento estabeleceria um conhecimento verdadeiro – assumindo que o programa forte esteja correto – ao afirmar que seu próprio conhecimento tem causas sociais.

consenso e suas afirmações rivais são descartadas (Latour, 1997).

Esses grandes acordos são o que Kuhn (1995) chama de “paradigmas”, consensos epistemológicos e metodológicos a partir dos quais as pesquisas devem ser realizadas. Os paradigmas variam de acordo com a época e com a disciplina científica. São de tal modo relevantes que podem ser considerados gramáticas cognitivas a organizar tanto a recolha quanto o processamento das informações, as duas etapas fundamentais da pesquisa científica, segundo Fernandes (1978), em texto onde apresenta os procedimentos do método empírico-indutivo aplicado à sociologia.

A apreensão científica de um objeto sempre dependerá dos pressupostos teórico-metodológicos estabelecidos antes da análise; e, assim, da inevitável penetração de uma rotina social no fazer científico. A ciência é um processo intrinsecamente determinado por condições sociais. Do mesmo modo, a técnica é também determinada por condições sociais. Assim sendo, toda tecnociência é carregada de pressupostos não-científicos que a viabilizam. As nanotecnologias não poderiam ser desenvolvidas em outro contexto histórico porque demandam a existência de condições tanto científicas quanto não-científicas para sua realização. Não apenas elas precisam do paradigma físico-químico da mecânica quântica, que as viabiliza cientificamente, como também precisam de investimentos consideráveis, que as viabilizam economicamente. Para que a busca por inovações obtenha os recursos necessários, é preciso que haja uma demanda acelerada por inovações que leve Estados nacionais e empresas transnacionais a investirem no setor. Para isso é preciso haver confiança de que os cientistas podem de fato realizar o que se propõem. No entanto, o século XX foi marcado por uma crise de legitimidade do discurso científico. Essa crise começa com a percepção dos limites epistemológicos do método empírico-indutivo (Morin, 2011) e avança na di-

reção de uma crise de legitimidade das pretensões da ciência ao monopólio do discurso verdadeiro (Lyotard, 1998).

A crise da legitimidade da ciência foi estudada a fundo por Jean-François Lyotard em seu ensaio sobre a “condição pós-moderna”. Segundo Lyotard (1998), para ser reconhecido como científico, um enunciado deve se submeter a duas condições suplementares. Primeiro: um discurso só é científico se puder ser refutado através da experiência controlada sob uma metodologia válida – uma ideia inicialmente defendida por Popper (1994). Segundo: é preciso adequar o conhecimento produzido ao paradigma que norteia contemporaneamente a ciência à qual esse conhecimento se refere, o que por sua vez remete a Kuhn (1995).

Essas condições reúnem duas tradições da filosofia da ciência usualmente apresentadas como opostas, o racionalismo crítico de Popper e o construtivismo de Kuhn, mas que na verdade se complementam, principalmente se forem relativizadas pela análise desmistificadora de Feyerabend (1989), para quem os cientistas obtiveram grandes resultados, em várias ocasiões, justamente por não agirem cientificamente, como ele exemplifica citando o caso de Galileu e sua defesa do heliocentrismo, que se opunha ao que as evidências empíricas e sua análise indutiva apontavam. Segundo Feyerabend, a ciência trabalha muitas vezes de modo contra-indutivo e à revelia das evidências iniciais. Em outras palavras, para Feyerabend, os cientistas não raro chegam a resultados relevantes ao abandonarem o método empírico-indutivo e agirem na direção contrária.

As duas formas modernas de legitimação do conhecimento científico apontadas por Lyotard (1998) apresentam visões míticas do sujeito do saber científico. Ora ele é representado como “herói do conhecimento”, ora

como “herói da liberdade”. Quando o sujeito do saber científico é visto como “herói da liberdade”, é dito que toda a humanidade tem direito à ciência, direito esse que deve ser reconquistado dos padres e dos tiranos que impedem os povos de serem sujeitos do saber científico. Trata-se de uma “legitimação pela emancipação”. Quando o sujeito do saber é visto, por outro lado, como “herói do conhecimento”, passa-se a enfatizar a busca da ciência “em si mesma”, embora coubesse a ela, para seus defensores do século XIX, a formação espiritual da nação. Nesse caso, trata-se de uma “legitimação pelo idealismo especulativo”.

Os mitos fundadores da ciência moderna – os discursos da especulação e da emancipação – são ainda os principais legitimadores do fazer científico. O discurso especulativo estabelece a legitimidade da ciência por referência a um princípio transcendente, geralmente associado à elevação espiritual da humanidade ou de um povo, tendo nesse caso o bem maior da nação como fim último. Esse discurso gerou uma variação em que o princípio transcendente é substituído pela ideia de que a ciência, ao desenvolver inovação, aumenta a competitividade do país o mercado global, gerando crescimento econômico, que resultará em melhor qualidade de vida. Essa variação é muito usada para defender a desregulamentação das nanotecnologias em nome da aceleração das inovações tecnocientíficas advindas das pesquisas no setor e da transformação dessas inovações em novas mercadorias (Martins, 2007). Menor regulamentação significaria maior velocidade e maior velocidade significaria maior potencial de crescimento econômico para o país.

O dispositivo da emancipação, por sua vez, traz consigo a crença em uma moralidade intrínseca ao fazer científico, a partir do pressuposto de que um enunciado verdadeiro levaria necessariamente a uma prescrição jus-

ta. Esse discurso determina que os avanços científicos são necessariamente bons. Dessa forma, aqueles que colocam em suspeita os rumos de determinadas pesquisas agiriam de modo equivocado, ou por ignorância ou por má-fé. Seguindo esse princípio, para os defensores de uma menor regulação do setor, as nanotecnologias, particularmente aquelas aplicadas às áreas médicas, seriam fonte de benefícios incontestáveis para toda a humanidade e desacelerar seus avanços para checar adequadamente a segurança das inovações resultaria na postergação de benesses que poderiam sanar problemas urgentes, como a fome e diversas formas de doenças, ao custo não apenas de vidas humanas, mas de recursos públicos usados para controlar os danos trazidos por esses problemas. Em outras palavras, para aqueles que usam o discurso da emancipação, o avanço tecnocientífico seria necessariamente um bem, o que faria de toda crítica a esse avanço um mal em si.

No entanto, conforme a ciência busca as condições para a própria realização, ela se transforma no delimitador tão só daquilo que se *pode* fazer. É-lhe vedada qualquer posição quanto ao que se *deve* fazer. Parafraseando a sentença de Wittgenstein (2002), o discurso científico, por conta de seus próprios limites epistemológicos, só pode informar como o mundo é, não como deve ser. Não existe ação moral orientada cientificamente. Como deixam claro Weber (2006) e Brüseke (2010), é preciso sempre lembrar que a ciência não diz respeito a fins, mas somente a meios. Ela não pode indicar o rumo correto, no sentido político do termo. Uma vez decidido um rumo, no entanto, ela pode ajudar a otimizar o percurso.

Aos cientistas do Projeto Manhattan⁴⁷, projeto estadunidense de pesquisa e desenvolvimento que tinha por principal objetivo a construção da

47 Sobre o Projeto Manhattan, ver: Hewlett & Anderson (1962), Jones (1985) e Hawkins *et al.* (1961).

bomba atômica, não foi dado nenhum poder de decisão sobre o uso da arma que construíram. Seu trabalho era torná-la tecnicamente possível. Cabia aos políticos decidirem as condições de seu uso. Os ataques nucleares ao Japão, em agosto de 1945, foram frutos de uma decisão do presidente Harry Truman, não dos cientistas. Alguns dos cientistas envolvidos direta ou indiretamente na confecção das bombas chegaram a protestar contra seu uso. Leó Szilárd e Albert Einstein, cujos trabalhos foram importantes para a criação da bomba e que haviam externado publicamente, anos antes, o medo de que os nazistas a desenvolvessem antes dos aliados – receio que contribuiu para a criação do Projeto Manhattan –, criticaram fortemente o emprego das bombas atômicas pelo governo dos Estados Unidos.

Embora não tenha se oposto ao uso da bomba, Robert Oppenheimer, um dos principais cientistas do Projeto Manhattan, comentou, anos depois, que a terrível grandeza do primeiro bem-sucedido teste realizado com uma bomba atômica no solo estadunidense lembrou-o de um verso do poema épico Bhagavad Gita, um dos textos sagrados do hinduísmo:

Nós sabíamos que o mundo não seria o mesmo. Algumas pessoas riram, algumas pessoas choraram. A maioria ficou em silêncio. Eu lembrei de uma linha da escritura Hindu, o Bhagavad Gita; Vishnu está tentando persuadir o Príncipe de que ele deveria cumprir com seu dever e, para impressioná-lo, aparece-lhe em sua forma cheia de braços e diz: “Agora eu me tornei a Morte, o destruidor de mundos”. Eu suponho que todos nós pensamos isso, de um modo ou de outro⁴⁸.

48 A citação está registrada em um documentário realizado para a televisão, em 1965. O vídeo com a citação pode ser encontrado em: <http://www.atomicarchive.com/Movies/Movie8.shtml>

Esse caso, como tantos outros, ilustra o fato de que, uma vez que não encontrou sua legitimidade ideal em si mesma, a ciência encontrou uma legitimidade possível ao tornar-se cada vez mais um instrumento de poder. Diferente, portanto, do que apresenta o mito fundacional da ciência moderna que a conecta a uma emancipação da humanidade e depende da crença na boa-fé última dos cientistas, a ciência moderna é essencialmente amoral. Como posto por Fukuyama (2003, p.193):

A ciência não pode estabelecer por si mesma os fins a que serve. A ciência pode descobrir vacinas e curas para doenças, mas pode também a física da bomba de hidrogênio. A ciência como tal não se interessa em saber se os dados são colhidos sob regras que protegem escrupulosamente o interesse de sujeitos de pesquisa humanos. Dados são dados, afinal de contas, e frequentemente é possível obter dados melhores (...) forçando as regras ou ignorando-as por completo. Muitos médicos nazistas que injetaram agentes infecciosos em vítimas de campos de concentração ou torturaram prisioneiros congelando-os ou queimando-os até que morressem foram, de fato, cientistas legítimos que colheram dados reais que potencialmente podiam ter uma boa aplicação.

Em outras palavras, como já dissemos, a ciência limita-se a informar que opções tem aquele que decide. A decisão não lhe compete porque é uma instância política, não cognitiva. Não estamos aqui pregando a necessidade de uma ciência moralizada nem afirmando que a ciência precisa se livrar de todas as amarras morais para ser melhor exercida. Estamos tão só reconhecendo a intrínseca amoralidade da prática científica. A ciência não é, em essência, limitada por preceitos morais internos. Toda limitação moral ao fazer científico deve vir de fora da ciência, porque não há base científica para escolhas morais.

A ciência limita-se a dizer como é o mundo e, como disse Wittgenstein (2002), no mundo (em si) há só “coisas” e “estados de coisas”, não valores. O que Wittgenstein coloca aqui apenas atualiza a percepção de Nietzsche sobre a amoralidade do real. Para Nietzsche (1992, p.73), “não existem fenômenos morais, apenas uma interpretação moral dos fenômenos”. Os valores não estão na dimensão do conhecimento científico porque não podem ser observados fora da cultura. Apenas dentro da cultura, e da ação política como atividade cultural, é que podemos encontrar valores – quase sempre em conflito.

Os valores morais são formas de engajamento, não o resultado de um menor ou maior conhecimento do mundo. As decisões concernentes à aplicação das inovações das nanotecnologias para as áreas médicas não competem aos cientistas, mas aos investidores, que transformarão essas inovações em mercadorias, disponibilizadas para consumo segundo uma lógica comercial. Restrições morais a determinadas aplicações somente afetarão de fato a mercantilização das mesmas se forem expressas na forma de leis, cuja aplicação deve ser fiscalizada pelos órgãos cabíveis sob pena de sanção estatal (Engelmann *et al.*, 2010). Os cientistas têm pouco controle sobre as aplicações de suas pesquisas e, uma vez que as inovações se tornam tecnicamente disponíveis, somente a inviabilidade comercial fará os investidores desistirem de sua comercialização.

Weber afirma que a ciência “não tem sentido”, querendo dizer que ela não aponta para uma direção, que ela não pode nortear comportamentos, mas somente esclarecer opções. Ela não pode responder às questões mais relevantes: “Que devemos fazer? Como devemos viver?” (Weber, 2006, p.43). Em outras palavras, o conhecimento científico é moralmente neutro. Isso não significa – convém deixar claro – que as práticas científicas, como as

experiências realizadas em animais, inclusive humanos, necessariamente o sejam. As práticas científicas podem ser reguladas por limites éticos, como já ocorre, com leis definindo o que pode ou não ser feito em laboratórios. A ciência como atividade social pode ser restringida por imposições políticas, mas não pode ela mesma, por uma questão epistemológica, ser fundamento de imposições.

O conhecimento científico, além de não ser orientado pelo bem comum, tampouco é desenvolvido em uma esfera do saber afastada da contaminação do senso comum. Diferente de como se apresenta para garantir legitimidade, o conhecimento científico é, como toda forma de conhecimento, uma construção social. Bloor (2009) enfatiza claramente esse ponto. Ser socialmente construído significa, nesse caso, que o conhecimento científico é moldado, em última instância, a partir de princípios acordados por uma coletividade em um determinado contexto, não sendo, portanto, o resultado de uma mera “abertura ao mundo”. A ciência não é o “espelho do real”. O real não pode ser simplesmente apresentado como é, mas apenas como discurso. Um discurso com uma reivindicação de verdade. E toda reivindicação de verdade, como lembra Vattimo, é parte de um projeto de poder.

A realidade ‘mesma’ não fala de si, tem necessidade de um porta-voz – quer dizer, justamente, intérpretes motivados, que decidem como representar sobre um mapa um território ao qual tiveram acesso através de mapas mais antigos (Vattimo, 2001, p.43).

A ciência moderna secciona do todo o arbitrário compreensível com o qual reconstruirá miticamente seu próprio todo. Ela é uma atividade humana, uma apropriação cultural de fenômenos observados. Está, em outras palavras, fundamentada no arbitrário. Contudo, sua legitimidade reside na ilusão de que está fundamentada na “coisa em si”, no dado empírico puro. Sua linguagem está repleta de operações de disfarce do arbitrário em dado. Quem descreve melhor essas operações é Bruno Latour em seus trabalhos de etnografia dos laboratórios.

Segundo Latour (2001), durante a realização de uma descoberta científica, há um estágio inicial, quando a descoberta é ainda alvo de significativa desconfiança, em que a declaração, ou *dictum*, que se quer comprovar (por exemplo, de que a fermentação dos laticínios é provocada por microorganismos, como descobriu Louis Pasteur) está sempre atrelada a um conjunto de situações, que inclui as pessoas associadas à declaração (nesse caso, Pasteur) e o contexto em que essa declaração foi estabelecida (o laboratório em que fez a pesquisa, o ano da pesquisa etc.). Esse conjunto de situações é chamado por Latour de *modus* ou modificador. Uma outra possibilidade de entender *dictum* e *modus* é como, respectivamente, texto e contexto.

O termo “contexto” é empregado nessa tese com dois sentidos aparentemente diferentes, mas complementares. Inicialmente como o ambiente social com o qual o sistema ciência troca informações. E agora como a circunstância histórica de realização da prática científica que dá origem às verdades científicas. Nos dois casos, trata-se de uma dimensão social do agir científico que tende a ser ocultada ou minimizada nos discursos científicos com o objetivo de garantir a legitimidade do conhecimento científico pela opacidade do processo, dando à ciência um ar de constatação da realidade, em vez de um conjunto de consensos mutáveis a partir de recortes arbitrá-

rios. Os cientistas chegam às suas verdades desencobrendo textos e encontrando contextos.

Conforme os colegas do pesquisador que fez a descoberta repetem o experimento (por exemplo, a fermentação biológica como descrita por Louis Pasteur) e concluem que os resultados são os mesmos, o contexto gradualmente desaparece e apenas o texto persiste. A afirmação “a fermentação dos laticínios é provocada por micro-organismos” passa dos artigos científicos de alto nível para os livros didáticos, os manuais para leigos e as publicações de divulgação científica, cada vez mais descolada de seu contexto, que deixa clara sua construção a partir de uma circunstância específica, e passa a ser tratada como um texto que revela o real em si, um texto sem contexto. Em outras palavras, uma constatação objetiva de um fato. Uma verdade científica.

Mas, se uma prova é uma constatação empírica e esta é um atestado de realidade passado pelos sentidos, como se pode pôr tanta fé na “prova” se os sentidos são, sabidamente, falhos e limitados? A resposta dada desde que Galileu apontou o telescópio para o céu (Feyerabend, 1989) está no uso de instrumentos capazes de ampliar a capacidade dos sentidos, reduzindo a chance de falha humana e de especulação a partir de dados inconclusivos. São, como diria Latour (1997), dispositivos que transformam o ambiente em discurso, possibilitando assim o processamento da informação fornecida por ele. Esses aparelhos ampliam os sentidos, tornando a prova mais crível. Contudo, eles demandam recursos, que devem ser buscados em algum lugar. A “busca da verdade” submete-se, assim, à frieza do dinheiro. O fazer científico depende de recursos materiais que precisam ser buscados junto às instituições de fomento e às grandes empresas. Assim, os cientistas e sua atividade submetem-se às regras de seus investidores.

Os jogos de linguagem científica vão tornar-se jogos de ricos, onde os mais ricos têm mais chances de ter razão. Traça-se uma equação entre riqueza, eficiência, verdade (Lyotard, 1998, p.81).

Nos debates em torno da regulação de inovações tecnocientíficas, como no caso da nanotecnologia e suas aplicações médicas, os peritos se aliam a seus grupos de interesse e fazem a tradução entre o discurso científico e o discurso político dos leigos que financiam seu trabalho ou aos quais estão associados por laços ideológicos. Em todos os casos, os peritos agem como advogados a representar interesses particulares como questões científicas, muitas vezes deslegitimando o discurso opositor. O apelo aos mitos da ciência moderna (emancipação e especulação) segue forte, uma vez que a crise da ciência parece não ter afetado seu prestígio fora da academia.

A técnica e a riqueza, a esfera tecnocientífica e a esfera econômica, se aliam por dependência mútua e acabam por contaminar-se. O pensamento técnico e o econômico fundem-se até que o modelo empresarial acaba por penetrar nos laboratórios de estudos aplicados, como os de nanotecnologia, que demandam somas vultosas. Investe-se, cada vez mais, apenas nas pesquisas que “dão retorno”. Obviamente, esse retorno não é o mero acúmulo de conhecimento, mas a otimização dos desempenhos, o que gera acréscimo de controle. Essa otimização dos desempenhos refere-se a diversas esferas do real, incluindo-se aí o corpo humano em seus constituintes fundamentais. O uso cada vez mais comum de inovações tecnocientíficas para aprimorar o desempenho do corpo humano é decorrente, em parte, desse entrelaçamento

entre mentalidade tecnicista e mentalidade economicista. Como diz Lyotard (1998, p.83): “Não se comprem cientistas, técnicos e aparelhos para saber a verdade, mas para aumentar o poder” – desde o poder dos Estados nacionais sobre sua população ao poder do consumidor sobre o funcionamento de seu próprio corpo. Também podemos dizer “para aprimorar a dominação”, se entendermos o mecanismo da dominação como Bauman (1999a, p.77):

toda dominação consiste na busca de uma estratégia essencialmente semelhante – deixar a máxima liberdade de manobra ao dominante e impor ao mesmo tempo as restrições mais estritas possíveis à liberdade de decisão do dominado.

A ciência e a técnica modernas, fundidas em uma forma de intervenção no mundo tão drástica quanto recente, a tecnociência, resultam de um acordo tríplice em que a instância governamental e a instância econômica garantem aos pesquisadores os recursos necessários para fazer avançar seu conhecimento sobre o mundo em troca de melhores ferramentas para transformar porções desse mesmo mundo em fontes de poder. A famosa sentença de Francis Bacon, “conhecimento é poder”, está no cerne do acordo. Cada uma das partes garante às demais os meios de ampliar o próprio poder em troca de que essas também garantam às outras o mesmo. Isso se dá com as nanotecnologias, que abrem a dimensão atômica à exploração econômica e governamental com uma precisão nunca antes alcançada.

O Estado moderno, principalmente através da educação universal, garante não apenas os meios para manter atuante a esfera tecnocientífica, mas também a doutrinação necessária para a aceitação da autoridade dos ci-

entistas sobre as demais esferas do conhecimento. Em troca, as tecnociências fornecem melhores meios de exercer o poder estatal sobre o território e a população, bem como os meios de se defender de outros Estados nacionais ou avançar sobre eles. As aplicações militares das inovações tecnocientíficas, particularmente nas áreas mais avançadas, como as nanotecnologias, estão entre as que mais rendem investimentos às principais instituições de pesquisa (Quaresma, 2010).

Os investidores, que formam a elite da esfera econômica, garantem os recursos necessários para a realização de experimentos e para a profissionalização e especialização dos cientistas. Em troca, garantem a confecção de novos produtos ou melhoria de produtos e serviços já existentes, o que gera vantagem competitiva sobre os demais em mercados de concorrência acirrada.

O primeiro caso, a análise da ação da sociedade sobre a ciência, é alvo usual da pesquisa dos sociólogos da ciência, com trabalhos consideráveis de Latour (2001) e Bloor (2009), citados aqui, entre outros. Sua preocupação é a penetração do contexto social no fazer científico. Por outro lado, a análise da ação da ciência sobre a sociedade é o alvo usual da pesquisa dos sociólogos da técnica, como Brüseke (2010), Rüdiger (2007) e Sell (2011). Sua preocupação é o impacto das inovações tecnocientíficas nas relações sociais. Nesse trabalho, tratamos de ambos os casos, porque partimos do pressuposto, tomado de Morin (2011), de que relações complexas, como a que há entre ciência, técnica e sociedade, são de influência recíproca e a associação entre sociologia da ciência e sociologia da técnica é extremamente frutífera.

Em geral, as nanotecnologias, objeto de nosso estudo, são investi-

gadas somente pelas chamadas *hard sciences* (ciências exatas e biológicas) e com o objetivo de desvendar novas possibilidades de uso. Entretanto, as questões que elas suscitam não se limitam às que essas áreas do conhecimento podem resolver. Consideramos que estudos sociológicos, como esse que desenvolvemos, podem contribuir para esclarecer essas questões.

2.2. Mercantilização e Sociedade de Consumo

A relevância das tecnociências, como as nanotecnologias, na estruturação das sociedades modernas vem sendo objeto de consideração sociológica há algum tempo. Segundo Sell (2011), a análise de Weber sobre o peso da racionalidade nas sociedades modernas deve ser entendida como uma análise da influência da técnica moderna na estruturação dessas sociedades. A modernidade seria, para Sell, assim como para Brüseke (2010), essencialmente técnica. O avanço de formas modernas nas demais esferas sociais, como a economia (capitalismo) e a política (Estado nacional), seria uma consequência do triunfo da racionalidade técnica sobre outras formas de pensamento. A modernidade seria uma tecnicização do mundo, que Weber (2004) teria sintetizado em sua ideia de “desencantamento”.

Outros autores, partindo de princípios diferentes, chegariam a conclusões semelhantes. Giddens (1991), por exemplo, estabelece as tecnociências como um dos elementos centrais da estruturação das sociedades capitalistas contemporâneas. Essas sociedades estariam continuamente mobilizadas por um estado de permanente competição, que dinamizaria as redes e alimentaria a demanda por inovação tecnocientífica, que teria por principal objetivo garantir vantagens competitivas a seus financiadores, de modo que esses preservassem seu domínio, ascendessem à categoria dominante ou ao menos evitassem tornar-se dominados. Em outras palavras, ainda que, para ele, a técnica moderna não fosse o motor da modernidade, ela estaria entre seus principais pilares. A economia capitalista seria outro desses pilares.

Segundo Marx (1980), o capitalismo, sistema econômico vigente na maior parte do globo, é caracterizado pela propriedade privada dos meios de produção e pela busca do lucro através da exploração sub-remunerada do trabalho assalariado. O capitalismo passou por diversos estágios desde o fim do século XIX, quando essa análise de Marx foi originalmente redigida, mas o princípio nela exposto segue válido. O que se altera é a forma como o modelo garante seu funcionamento, principalmente o grau de intervenção estatal na economia. A presença do Estado como regulador das relações econômicas acaba se refletindo no uso da disponibilidade técnica como forma de aprimorar o domínio. Em períodos de maior intervenção estatal, a disponibilidade técnica, o uso das inovações tecnocientíficas, como as oriundas das nanotecnologias, traduz-se principalmente como disponibilidade política e observa-se um grande uso de inovações tecnocientíficas para aumentar o controle dos Estados nacionais sobre suas populações. Em períodos de menor intervenção estatal, a disponibilidade política das inovações segue existindo, mas o foco passa a ser a disponibilidade econômica na forma de bens produzidos para serem comercializados, isto é, na forma de mercadorias. Quanto menor o Estado, mais radical a mercantilização. Em outras palavras, uma vez que os grandes investidores privados somente desistem da mercantilização de uma inovação por razões econômicas, dificilmente uma mercadoria comercialmente viável não será comercializada sem que o Estado tenha impedido essa comercialização com sanções políticas que resultem em entraves econômicos.

A partir de uma análise que leva em consideração as transformações macroeconômicas recentes, Giddens (1991) apresenta o que considera serem os princípios comuns a toda sociedade capitalista, não importando o grau de intervenção estatal. Segundo ele, nessas sociedades a economia ten-

de a ser protegida das intempéries políticas e a agir fortemente sobre as demais esferas, a propriedade privada tende a ser protegida por lei, o Estado – mesmo quando tem uma participação mais decisiva – tem sua esfera de ação limitada pela necessidade de manter um clima econômico favorável e, por fim, a inovação tecnocientífica se torna constante e difusa. Esse último ponto é particularmente importante para nós.

O cenário de inovação tecnocientífica acelerada, em que invenções tornam-se mercadorias antes que sejam realizados todos os testes quanto à sua segurança, é característico das sociedades capitalistas. Como, nessas sociedades, as indústrias estão em competição contínua, há uma incessante pressão por formas mais eficientes de produção e por novos produtos a serem disponibilizados para os consumidores, de modo a manter o ciclo econômico funcionando. Essa é a principal razão para o aceleração das inovações. Convém lembrar, como afirma com propriedade Díaz (2010, p. 102) que “não há ciência sem indústria” nem “indústria sem ciência”. A demanda por inovações tecnocientíficas estimula a oferta e a oferta, por sua vez, estimula a demanda, na medida em que atiza as expectativas dos consumidores e dos investidores.

As inovações tecnocientíficas, como explica Latour (2001), são o resultado de investimentos de vários tipos, de recursos financeiros aplicados em institutos de pesquisa a recursos intelectuais, assim como interconexão entre laboratórios, redes de revistas acadêmicas que atualizam o conhecimento, investimentos em fundamentação teórica e em equipamentos, entre outros. E esses investimentos são realizados tendo em vista um retorno esperado. É preciso sempre lembrar, afinal, que a produção tecnocientífica está inserida no modo de produção capitalista e segue sua lógica. Como diz Premebida (2011, p. 94):

O contexto sociopolítico está sempre influenciando a prática científica de algum modo, e não há constatação empírica de cientistas buscando uma verdade unicamente pelo desejo de conhecê-la, tendo em vista o nível de influências e complexidade da Big Science atual. Mas, mesmo a ciência sendo influenciada por ‘contextos externos’ e por interesses não estritamente cognitivos, ela avança, resolve problemas, justamente por ajustar interesses sociais e cognitivos. Ou seja, a ciência bem-sucedida é aquela que soube utilizar o ‘social’ a seu favor, soube ajustar múltiplos interesses sociais e políticos no desenvolvimento e resolução de problemas cognitivos.

Esse princípio é similar ao defendido por Latour (2001), para quem as tecnociências estão enraizadas não apenas na negociação com não-humanos, cujo comportamento é preciso catalogar e daí extrair uma melhor compreensão do entorno, mas também em uma troca contínua com demandas, receios e limitações advindas do contato com mediadores humanos, que fazem a ponte entre as questões tecnocientíficas e as questões políticas, econômicas e culturais. Essas redes, longe de colocarem em risco a credibilidade das ciências, garantem sua facticidade e sua eficiência. Cada avanço tecnocientífico se dá, de fato, não à revelia dos acontecimentos sociais ao redor do cientista, mas em grande parte por conta deles. Do mesmo modo que as inovações tecnocientíficas impactam a sociedade, elas são também impactadas – ou antes possibilitadas – por ela. Em outras palavras, poderíamos dizer, ligando a análise de Latour às considerações de Morin (2011), que as tecnociências, como as nanotecnologias, estão em “relação recursiva” com seu ambiente social.

Houve uma considerável aceleração no ritmo das inovações tecnológicas na segunda metade do século XX, coincidindo com a crise do capitalismo industrial intervencionista, ancorado em um acordo entre empresários e governantes, que buscava garantir a estabilidade econômica através de certa rigidez cultural estimulada pelo incentivo ao conformismo consumista e pelo quadro geral de pleno emprego e ampla rede de segurança coletiva contra infortúnios individuais (Harvey, 2007). Essa crise abriu espaço para a ascensão do capitalismo financeiro global, ao mesmo tempo pós-industrial e com cada vez menor intervenção do Estado na economia.

O sucesso desse novo modelo dependia de fatores distintos, particularmente do estímulo ao consumo compulsivo e, conseqüentemente, à insatisfação crônica, que Baudrillard (1995) aponta como indispensável para o adequado funcionamento do modelo econômico atual. O aumento das expectativas de consumo, alimentadas pela máquina da propaganda, não correspondia às possibilidades efetivas de consumo, gerando o que Baudrillard chamou de “privação relativa”, isto é, uma insatisfação diante da impossibilidade de consumir o desejado quando o desejado está além do que suas posses permitiam. Sem ter acesso aos empregos que pagavam bem, não podiam obter os bens de consumo almejados. Como lembra Bauman (1999a, p.94):

Todo mundo pode ser lançado na moda do consumo; todo mundo pode desejar ser um consumidor e aproveitar as oportunidades que esse modo de vida oferece. Mas nem todo mundo pode ser um consumidor. (...) Todos nós estamos condenados à vida de opções, mas nem todos temos os meios de ser optantes.

O fim da política do pleno emprego, o desmonte dos mecanismos de seguridade social, característicos do Estado de Bem-Estar e a insegurança quanto ao funcionamento da economia geraram impactos culturais, com a lógica da flexibilização ampliando-se para além da dimensão econômica e liquefazendo as relações sociais, que se tornaram mais fluidas, como aponta Bauman (2001) quando descreve a passagem de uma fase sólida da modernidade para uma fase líquida, que seria equivalente ao momento em que a crise do keynesianismo dá espaço à ascensão do neoliberalismo.

Boa parte dos impactos culturais do fim do pacto Ford-Keynes foi planejada pelos mesmos economistas que arquitetaram o modelo econômico do pós-guerra. O neoliberalismo econômico previa, desde os primórdios da implantação do capitalismo financeiro globalizado, que seria necessário manipular, até certo ponto, a lógica de funcionamento das sociedades para que o mercado livre pudesse funcionar. Um dos primeiros pontos seria enfraquecer os Estados nacionais. Como diz Bauman (1999b, p.76):

Quase-Estados, Estados fracos podem ser facilmente reduzidos ao (útil) papel de distritos policiais locais que garantem o nível médio de ordem necessário para a realização de negócios, mas não precisam ser temidos como freios efetivos à liberdade das empresas globais.

Em *O Nascimento da Biopolítica*, Michel Foucault explica o desenvolvimento da relação entre política e economia ao longo dos últimos séculos, culminando na ascensão do neoliberalismo na segunda metade do século XX e sua redução do Estado keynesiano, surgido justamente em contra-

posição ao liberalismo clássico, a um Estado voltado para a garantia de liberdade para o mercado. Os economistas neoliberais, em sua corrente ordoliberal, estipularam a necessidade de que o Estado desenvolvesse uma “política de moldura”, isto é, que mantivesse em equilíbrio as condições não-econômicas necessárias ao funcionamento da economia de mercado. Entre essas condições estariam questões referentes ao ambiente, à educação e às tecnociências.

O financiamento estatal das instituições de pesquisa, com o objetivo de acelerar o desenvolvimento de inovações tecnocientíficas comercializáveis, tem entre suas razões esse novo papel do Estado, ao qual caberia instaurar uma ordem social que permitisse o funcionamento sustentável da economia de mercado. Em outras palavras, cabe ao Estado regular a sociedade para que o mercado funcione. O intervencionismo proposto pelos ordoliberais seria

condição histórica e social da possibilidade para uma economia de mercado, a título de condição para que o mecanismo formal da concorrência aja, para que, por conseguinte, a regulação que o mercado concorrencial deve assegurar possa se dar corretamente e não se produzam os efeitos sociais negativos que se deveriam à ausência de concorrência. A *Gesellschaftspolitik* [política de moldura] deve portanto anular, não os efeitos antissociais da concorrência, mas os mecanismos anticoncorrenciais que a sociedade poderia suscitar, que poderiam, em todo caso, nascer na sociedade (Foucault, 2008, p.222).

Essa ordem estaria fundamentada no “Estado de direito”, um sistema de governo em que “o poder público age no âmbito da lei e não pode agir senão no âmbito da lei” (Foucault, *op.cit.*, p.233). Do ponto de vista econômico, seria aquele que, em vez de ditar os rumos da economia, se limitaria a ser o guardião das regras do jogo econômico, intervindo na forma da lei, para regular e conservar a ordem econômica. O Estado, sob a ótica neoliberal, estaria, dessa forma, limitado a servir ao mercado.

Para os economistas neoliberais, todo cidadão, na medida em que se coloque em uma interação econômica, deve ser tratado como uma empresa a manipular seu recursos para garantir uma melhor situação ante suas adversárias. É nessa medida que se entende muitas das liberdades individuais: são extensões das liberdades econômicas aos indivíduos tratados como empresas. Os recursos que esses indivíduos-empresa manipulam corresponderiam a seu “capital humano”.

A teoria do capital humano foi o modo que os economistas neoliberais encontraram para estudar o trabalho como categoria econômica dentro de sua estrutura teórica fundamental. Em termos econômicos, o trabalho comportaria um capital, no sentido de que traria em si uma competência, com a qual o trabalhador produziria fluxos de renda (López-Ruiz, 2008). De modo análogo a uma máquina. E, como toda máquina, o trabalhador se arriscaria a ficar obsoleto.

É uma releitura do conceito clássico de *homo œconomicus*. Na teoria econômica clássica, o *homo œconomicus* é o parceiro da troca que busca o útil movido pelo necessário. No neoliberalismo, ele é um “empresário de si mesmo”. Ele investe na própria competência de modo a melhor produzir fluxo de rendas. Ele especula com o próprio capital, que é composto por ele-

mentos inatos, ou seja, seus dons naturais, herdados, e elementos adquiridos, isto é, aquilo que ele desenvolve desde a infância, com seu histórico familiar e o processo educacional, por exemplo.

Até meados do século XX, a origem do capital humano inato, isto é, aquele que não pode ser adquirido porque a pessoa o possui desde o nascimento (o patrimônio genético do indivíduo, principalmente), não estava diretamente no foco das considerações econômicas porque envolvia fatores não comercializáveis. Os genes não estavam comercialmente disponíveis porque sua manipulação ainda não era tecnicamente possível. Por isso, eram pouco abordados pela teoria econômica neoliberal até meados dos anos 1970, quando avanços na genética molecular, aprofundados posteriormente pelo advento das nanotecnologias, abriram caminho para surgimento do diagnóstico genético pré-implantacional, que tornou possível selecionar os genes dos descendentes. Uma vez que esse diagnóstico é uma despesa corrente, que pode ser esmiuçada através de cálculos econômicos, o interesse desses economistas pelo capital humano inato aumentou desde então (Foucault, 2008).

O novo regime do capitalismo, vigente desde a década de 1970 e sem uma alternativa macrossistêmica evidente desde a década de 1990, com o fim da Guerra Fria e sua oposição evidente entre um bloco capitalista (liderado pelos EUA) e um bloco socialista (liderado pela URSS), passou a pressionar o indivíduo para que ele se comporte como uma empresa e invista em seus recursos, inclusive os genéticos, como uma forma de capital. De modo a aumentar sua empregabilidade (o que não significa apenas obter um emprego com mais facilidade, mas obter empregos mais vantajosos, ascendendo assim socialmente), os indivíduos passaram a se sentir compelidos a se aprimorar continuamente, valendo-se para isso de mercadorias que resul-

tam de inovações no campo da medicina. Um exemplo é o uso de estimulantes do sistema nervoso central, como o metilfenidato (mais conhecido no Brasil como Ritalina), uma substância usada no tratamento de transtorno do déficit de atenção com hiperatividade (TDAH). Muitos profissionais continuamente pressionados a demonstrar alto rendimento intelectual recorrem ao consumo dessa substância para aprimorar seu raciocínio. É o caso dos estudantes universitários que usam metilfenidato e drogas similares para melhorar o desempenho acadêmico (Barros & Ortega, 2011).

Através do aprimoramento, busca-se vantagem competitiva em mercados acirrados. O aprimoramento é percebido como um investimento empresarial nos próprios recursos de modo a que o indivíduo se torne ele mesmo uma espécie de empresa, com forte presença no mercado de trabalho. Baudrillard (1995, p.64) foi certo quando afirmou que as “necessidades”, em sociedades capitalistas, crescem “não por apetite, mas por concorrência”, ainda que sua justificativa para tanto tenha sido a exigência de diferenciação, não de conseguir um bom trabalho.

Esse é um dos modos através dos quais surge a demanda por produtos que prometem aprimorar o desempenho do corpo humano, entendendo os constituintes desses corpos como propriedades que podem ser aprimoradas, como é o caso de membros defeituosos sendo substituídos por próteses mecânicas (Calazans, 2011). Esses produtos são desenvolvidos usando os mais avançados recursos das nanotecnologias. Fármacos e nutracêuticos garantem resultados rápidos para quem busca alterar seu visual ou comportamento. O melhoramento da constituição genética dos indivíduos por nascer também já é possível, através da reprodução *in vitro* com diagnóstico genético pré-implantacional, técnica já empregada de modo relativamente comum em clínicas de reprodução humana assistida em todo o mundo (Díaz, 2010).

Com o desenvolvimento da genética molecular, os pais passaram a ter a possibilidade técnica, disponível na forma de um serviço comercial, de decidir sobre o patrimônio genético de seus filhos. No mínimo, tendo a escolha entre levar ou não adiante uma gravidez quando esse patrimônio é julgado inadequado. Segundo o bioeticista Julian Savulescu (2001), haveria um imperativo ético que obrigaria moralmente os pais a garantir o melhor futuro genético possível para seus filhos. A esse imperativo, ele dá o nome de “*procreative beneficence*” – numa tradução literal, “beneficência procriadora”. Esse dever de oferecer o melhor aos filhos é uma outra face do direito de cuidar dos recursos de que se dispõe do modo que se julgar mais adequado, que advém de uma compreensão do indivíduo como uma empresa e da ação desse indivíduo como economicamente orientada.

Houve, portanto, na segunda metade do século passado, um encontro entre, de um lado, um mercado calcado fortemente no indivíduo – imerso em círculos relacionais fluidos –, no aumento da competitividade e na inovação contínua e, do outro, um desenvolvimento acelerado de avanços tecnocientíficos mais facilmente transformáveis em mercadoria e, de certo modo, em “mais-valia relativa”, ou seja, em aumento potencial do lucro do capitalista através do aumento técnico da produtividade do empregado sem que esse aumento de produtividade se reflita em aumento de salário.

Depois de monetarizar as relações sociais, como Marx e Engels (2001) notaram em uma passagem famosa de seu Manifesto do Partido Comunista, a lógica capitalista passou a avançar em direção aos elementos constitutivos da vida humana, transformando genes, hormônios e neurônios em mercadoria. O próprio indivíduo passou a ser tratado como uma empresa em competição contínua com as outras num mercado que descarta quem não se adéqua (Foucault, 2008), gerando assim o estímulo a um *cuidado empre-*

sarial de si. Com isso, cada pessoa se viu pressionada a investir tempo e diversos tipos de recurso para operar com mais eficiência, tornando-se mais empregável, para se distinguir da legião dos não empregáveis descartados pelo mercado e buscar o status de indispensável que lhe garanta ascensão social ou, ao menos, estabilidade. O corpo humano passou a ser cada vez mais visto como uma propriedade, algo de que se pode dispor. A visão do corpo como propriedade não é recente, apenas a perspectiva de mercantilizar os constituintes do corpo. Berger e Luckmann associam essa instrumentalização do corpo à própria condição humana:

Por um lado, o homem *é* um corpo, no mesmo sentido em que isto pode ser dito de qualquer outro organismo animal. Por outro lado, o homem *tem* um corpo. Isto é, o homem experimenta-se a si próprio como uma entidade que não é idêntica a seu corpo, mas que, pelo contrário, tem esse corpo ao seu dispor (Berger & Luckmann, 1997, p.74).

O corpo humano, que é, como dito acima, ao mesmo tempo identidade e propriedade. Ao ser tratado como uma engenhoca com peças sobressalentes à disposição dos consumidores, apresenta-se cada vez mais como algo de que não apenas é possível dispor, mas em que é necessário investir. Garantir seu próprio aprimoramento e o aprimoramento de seus descendentes ganha o sentido de um cálculo empresarial que busca ampliar as chances de sucesso através do investimento adequado (López-Ruiz, 2008), o que gera um cenário favorável à mercantilização dos constituintes fundamentais da vida humana, particularmente na forma de avanço das tecnologias de aprimoramento humano.

Os cientistas tornaram tecnicamente possível a manipulação dos elementos básicos da vida e os investidores a disponibilizaram comercialmente, na forma de produtos e serviços. Grande parte desses produtos e serviços foram fornecidos gratuitamente em vários países mediante incentivos governamentais, ou seja, com dinheiro público. Outra parte foi empregada na indústria bélica, como as armas biológicas, com o objetivo declarado de otimizar os combates, garantindo mais mortes inimigas para cada soldado aliado abatido. Mesmo nesse caso, ainda há mercantilização dos fundamentos da vida, uma vez que o Estado agiu como cliente das empresas que garantiram as armas ou, ao menos, a matéria-prima necessária à sua fabricação. No entanto, a disponibilidade tecnoeconômica do mundo pelas empresas capitalistas difere da disponibilidade tecnopolítica do mundo pelos Estados nacionais. Enquanto a primeira manifesta-se como mercantilização, essa última aparece como biopolítica.

A princípio, poderia parecer que a disponibilidade técnica estaria de tal forma conectada à mercantilização que as inovações tecnocientíficas somente teriam o efeito de aumentar a disponibilidade técnica do mundo se transformadas em mercadorias. Dessa forma, a disponibilidade técnica necessariamente geraria uma disponibilidade tecnoeconômica que equivaleria ao aumento da mercantilização do mundo. No entanto, é preciso notar que, além do mercado, o Estado também tem se apropriado, ao longo da história moderna, das inovações tecnocientíficas na forma de uma disponibilidade tecnopolítica do mundo, isto é, no uso dessas inovações para aumentar seu controle sobre territórios e populações.

A presença do Estado como terceiro agente no acordo entre tecnociências e capital representa também uma limitação ao processo de mercantilização do mundo possibilitado pelos avanços tecnocientíficos. As restri-

ções legais unem-se à inviabilidade econômica no quadro de obstáculos à colonização do mundo pelo capital. É, portanto, falho o princípio do determinismo tecnocientífico, isto é, a ideia de que os avanços tecnocientíficos seguiriam um só curso possível rumo a uma maior disponibilidade tecnocômica do mundo – um dos discursos usados justamente para evitar as restrições legais às inovações. Como diz Castells (2006, p.43):

É claro que a tecnologia não determina a sociedade. Nem a sociedade escreve o curso da transformação tecnológica, uma vez que muitos fatores, inclusive criatividade e iniciativa empreendedora, intervêm no processo de descoberta científica, inovação tecnológica e aplicações sociais, de forma que o resultado final depende de um complexo padrão interativo. Na verdade, o dilema do determinismo tecnológico é, provavelmente, um problema infundado, dado que a tecnologia *é* a sociedade, e a sociedade não pode ser entendida ou representada sem suas ferramentas tecnológicas.

Não há determinismo tecnocientífico. A mercantilização da vida humana não é inexorável. Há três limites fundamentais à mercantilização, hierarquizados aqui em ordem decrescente de relevância: impossibilidade técnica, inviabilidade econômica, interdição legal.

O primeiro é o mais relevante, pois se trata da impossibilidade de manipular determinado aspecto da realidade. Se algo não é tecnicamente possível, então não pode ser economicamente disponível. Não nos referimos aqui aos bens simbólicos, cuja realidade é cultural, mas aos bens materiais, desenvolvidos principalmente em indústrias. O que não pode ser produzido não pode ser comercializado.

A viabilidade econômica, por sua vez, diz respeito à capacidade – presumida – que determinada inovação tem de, uma vez transformada em mercadoria, garantir lucro que compense o investimento, transformando-se em uma fonte de recursos que justifique sua produção continuada. A inviabilidade econômica leva à descontinuação de pesquisas vistas como incapazes de gerar o devido lucro, como é o caso de pesquisas farmacêuticas para encontrar a cura de doenças que afetam apenas pessoas que não podem arcar com os custos dos medicamentos (George, 2002).

A ausência de viabilidade econômica também pode barrar a produção de mercadorias que ponham em risco o modelo vigente, como as lâmpadas “eternas” do cientista espanhol Benito Muros, que, ao ampliar a duração das lâmpadas de meia década para um século, feriu o princípio da obsolescência programada, base da sociedade de consumo, e foi ameaçado por industriais⁴⁹. A lâmpada de Muros, na medida em que potencialmente duraria dezenas de vezes mais do que as lâmpadas comuns, poderia ameaçar a demanda futura desses produtos, prejudicando o lucro das indústrias do setor. Esse não é o único caso de desafio à obsolescência programada. Em 2013, as ações da empresária multinacional de informática Apple sofreram um considerável impacto do aumento da vida útil dos iPhones garantido pelos consertos a baixo custo fornecidos por uma pequena empresa estadunidense⁵⁰. O caso deixa claro o quanto o lucro da Apple depende da obsolescência dos aparelhos por ela fabricada.

49 Ver: “Espanhol é ameaçado de morte por inventar lâmpada que dura cem anos”, reportagem da revista Época sobre a invenção de Muros e as ameaças recebidas: <http://epocanegocios.globo.com/Informacao/Dilemas/noticia/2013/06/espanhol-e-ameacado-de-morte-por-inventar-lampada-que-nunca-queima.html>, acessado em 15 de julho de 2013.

50 Mais sobre o caso, na reportagem “Milionário que ficou rico consertando iPhones desafia Apple”, da revista Exame, disponível em: <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/milionario-que-ficou-rico-consertando-iphones-agora-desafia>, acessado em 12 de junho de 2014.

Sobre a obsolescência programada, convém apontar seu início e sentido. Segundo Baudrillard (1995), o modelo de sociedade desenhado no Ocidente pós-guerra demandava ao mesmo tempo a aceleração e a continuidade do consumo. No entanto, a demanda por bens de consumo duráveis, como os eletrodomésticos, tendia a declinar uma vez que esses bens já estivessem suficientemente distribuídos em uma sociedade. Como alguns desses bens duravam décadas, como as geladeiras e os fogões, a tendência é que a compra desses produtos caísse depois que quase a totalidade da população os adquirisse. A solução para esse dilema foi a programação de um tempo suficientemente baixo de durabilidade desses bens para forçar sua reposição contínua, mas suficientemente alto para garantir que as pessoas confiassem o bastante no produto para seguirem comprando. Chama-se “obsolescência programada” esse princípio de produzir bens com vida útil definida de fábrica de modo a manter o consumo aquecido.

A viabilidade econômica leva também em consideração o grau de rejeição do consumidor ao produto, que pode gerar uma demanda insuficiente. A rejeição dos consumidores a determinado produto pode ser espontânea ou organizada na forma de boicotes. Rejeições espontâneas de um produto podem levar a uma demanda baixa, que não justifica a produção ou distribuição daquele bem naquela praça. Essa rejeição costuma ter razões culturais. A rejeição ao consumo de certos animais pode levar empresas multinacionais ligadas à alimentação a adequarem suas ofertas de produtos quando abrem franquias em determinadas regiões. A McDonald's, por exemplo, não comercializa carne bovina na Índia por conta da rejeição cultural da maioria dos indianos ao consumo de carne bovina (Ortiz, 2003). A rejeição espontânea pode ser estimulada pelo maior acesso a informações. Em 2014, a empresa SeaWorld, que administra parques aquáticos com a exibição de

animais marinhos em espetáculos, registrou uma perda considerável de seu lucro por conta do aumento da rejeição do público em decorrência da exibição de um documentário sobre as condições dos animais marinhos usados em seus espetáculos⁵¹. Em 2014, a reação negativa dos consumidores a vídeos divulgados em redes sociais, mostrando inúmeros maus tratos a animais de fazenda, levou a Nestlé a tomar a decisão de comprometer-se publicamente a não mais negociar com fornecedores que não garantam o “bem-estar” dos animais explorados para consumo⁵².

A rejeição organizada na forma de boicotes corresponde à recusa sistemática e publicamente anunciada de consumir produtos de uma determinada empresa ou país como forma de pressionar a empresa ou o país a sair dos negócios ou a tomar uma série de medidas segundo as demandas dos protestantes. O boicote é uma forma não violenta de protesto que obteve vitórias significativas para seus promotores. Os casos históricos mais famosos de boicote são a recusa dos nazistas de adquirir produtos em lojas judaicas na Alemanha governada por Hitler e a recusa de adquirir produtos do império britânico conduzida pelos partidários de Gandhi na defesa da independência da Índia. Esses dois casos tiveram resultados claros. O boicote nazista contribuiu para a falência de famílias judaicas e o boicote indiano conseguiu a independência do país⁵³. Os boicotes seguem como uma das mais usuais táticas de protesto contra empresas, tendo resultados variáveis (Cruz, 2011).

51 Ver “Theme park operator SeaWorld's shares sink after forecast cut”, reportagem da Reuters disponível em: <http://www.reuters.com/article/2014/08/13/seaworld-entnmt-results-idUSL4N0QJ52E20140813>, acessado em 13 de agosto de 2014.

52 Ver a reportagem “Nestlé assina compromisso contra crueldade com animais”, da revista Exame, disponível em: <http://exame.abril.com.br/negocios/noticias/nestle-assina-acordo-contra-crueldade-com-animais>, acessado em 22 de agosto de 2014.

53 Para uma lista de boicotes históricos, ver: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_boycotts

Por fim, a interdição legal é, nesse caso, o impedimento da comercialização de determinado produto mediante ameaça de sanção por parte do poder público. No tocante às nanotecnologias e a discussão em torno dos marcos regulatórios, o Estado é pressionado por grupos de interesse, como os operários e os consumidores, por uma maior regulamentação do setor, seja através de seus representantes legais, seja por meio de medidas diretas, como manifestações e abaixo-assinados. Se forem bem-sucedidos, projetos de leis restringindo as possibilidades de mercantilização trazidas pelas nanotecnologias serão discutidas nas instâncias cabíveis. Se essas leis forem aprovadas, as empresas que lidam com essas inovações tecnológicas serão compelidas a se adequar ou sofrerão sanções (Engelmann *et al.*, 2010). As sanções legais podem ser mais ou menos eficazes em restringir ou mesmo barrar a mercantilização, mas sua eficácia será necessariamente menor se não resultar em inviabilização comercial dessa mercantilização.

A interdição legal é o mais fraco dos limites citados, uma vez que a impossibilidade técnica de fato impede a produção e a inviabilidade econômica trava o processo, mas a legislação pode ser burlada com eficácia variável de acordo com vários fatores, como grau de fiscalização, de corruptibilidade e possibilidade de deslocar a produção. A globalização da economia reduz a eficácia das regulações nacionais diante da possibilidade de levar a produção para países com códigos legais mais permissivos ou fiscalização menos eficaz (Bauman, 1999a).

Uma das consequências das inovações tecnocientíficas que possibilitaram a instantaneidade no intercuro das informações (colaborando assim para a virtualização do capital) foi a desvinculação das empresas das localidades a que estavam atreladas, possibilitando assim que elas abandonassem os vínculos de responsabilidade que outrora construíram com o pequeno

mundo a seu redor, atando-se hoje somente aos interesses de seus acionistas, “único fator autenticamente livre da determinação espacial” (Bauman, *op. cit.*, p.15). A liberdade de fuga das companhias, que podem deixar qualquer localidade quando for conveniente aos investidores, representa a possibilidade de escapar de quaisquer consequências.

A mobilidade adquirida por “pessoas que investem” – aquelas com capital, com o dinheiro necessário para investir – significa uma nova desconexão do poder face a obrigações, uma desconexão sem precedentes na sua radical incondicionalidade: obrigações com os empregados, mas também com os jovens e fracos, com as gerações futuras e com a autorreprodução das condições gerais de vida; em suma, liberdade face ao dever de contribuir para a vida cotidiana e a perpetuação da comunidade.

Surge uma nova assimetria entre a natureza extraterritorial do poder e a contínua territorialidade da “vida como um todo” – assimetria que o poder agora desraizado, capaz de se mudar de repente ou sem aviso, é livre para explorar e abandonar às consequências dessa exploração. Livrar-se das responsabilidades pelas consequências é o ganho mais cobiçado e ansiado que a nova mobilidade propicia ao capital sem amarras locais, que flutua livremente. Os custos de se arcar com as consequências não precisam agora ser contabilizados no cálculo da “eficácia” do investimento.

Apesar dos limites à esfera de controle dos Estados nacionais, a interdição legal ainda pode inviabilizar a comercialização de certos produtos, ou ao menos forçá-la à clandestinidade. Um exemplo de interdição que levou à formação de um mercado clandestino é a proibição do comércio de órgãos humanos para transplante. A possibilidade técnica de implantar os órgãos de uma pessoa no corpo de outra, que surgiu com os primeiros trans-

plantas bem-sucedidos, levou à abertura de um mercado com alta demanda, mas a alta rejeição política da mercantilização de órgãos humanos levou a políticas restritivas severas. A interdição, contudo, não encerrou o comércio. Ela apenas o deslocou para a clandestinidade.

Há diversos defensores da legalização do comércio de órgãos humanos, como o filósofo brasileiro Hélio Schwartsman, que deixou sua posição clara em um artigo para o jornal Folha de São Paulo⁵⁴ e cita o sucesso do modelo de comércio de órgãos adotados pelo Irã, único país em que esse comércio é legal. No entanto, nas próximas décadas a venda de órgãos humanos tende a entrar em declínio por inviabilidade comercial com a iminente mercantilização de órgãos humanos cultivados em laboratório, uma das promessas mais interessantes das nanotecnologias no tocante à saúde humana (Bhowmik et al., 2009).

A interdição legal da comercialização de produtos derivados de inovações tecnológicas pode ser total ou parcial, ou seja, pode resultar na proibição até mesmo da fabricação do produto ou simplesmente restringir sua distribuição. Entre os exemplos mais conhecidos temos a proibição do uso de chumbo em tintas em alguns países e restrição em outros (como o Brasil, através da Lei nº 11.762, de 01/08/2008⁵⁵), a restrição internacional do uso do pesticida cancerígeno DDT pela Convenção de Estocolmo⁵⁶ e a restrição no Brasil do uso do sedativo talidomida com o objetivo de evitar o nascimento de crianças com má formação por conta dos riscos teratogênicos

54 Cf. “Órgãos à venda”, artigo publicado na Folha de São Paulo. Disponível no site: <http://www1.folha.uol.com.br/colunas/helioschwartsman/1091174-orgaos-a-venda.shtml>, acessado em 12 de julho de 2014.

55 A íntegra da lei pode ser lida em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/11762.htm, acessado em 12 de julho de 2014.

56 A Convenção de Estocolmo foi um tratado internacional assinado em 1991 por 151 países, inclusive o Brasil, com o objetivo de barrar ou restringir a produção de pesticidas considerados perigosos para saúde humana e para o meio ambiente.

associados ao uso desse medicamento por gestantes (Resolução nº11, de 22/03/2011)⁵⁷.

Essas restrições ou tiveram efeito limitado ou sofrem contínua pressão para serem revistas. As tintas com chumbo foram proibidas em diversos países, mas seguem sendo produzidas e comercializadas em outros, inclusive o Brasil, a despeito dos danos à saúde, provocados pelo contato persistente com o material, como no caso do uso contínuo de um edifício com chumbo nas paredes⁵⁸. O DDT segue em uso em vários países, e seus defensores apresentam como argumento favorável à sua comercialização sua eficiência no combate à malária⁵⁹. A talidomida continua sendo aplicada no tratamento de diversas doenças, por conta de sua eficácia, obedecendo-se, no caso brasileiro, às restrições impostas pela lei⁶⁰.

Há uma dualidade intrínseca à elaboração e imposição das leis, que deriva da dualidade essencial do próprio Estado. Como diz Eagleton (2005, p.53), “a lei pode ser um escudo para os sem poder assim como uma arma dos privilegiados”. Para Marx e Engels (2001), o Estado é o braço armado da classe dominante e existe para garantir essa dominação. No entanto, e é esse o ponto levantado por Eagleton, o Estado tem uma agenda própria e essa agenda pode levá-lo a se opor aos interesses dos grupos sociais dominantes – sendo a elite econômica a que nos interessa nesse trabalho – e to-

57 A resolução está disponível para download em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2011/res0011_21_03_2011.html, acessado em 12 de julho de 2014.

58 A esse respeito, ver, por exemplo, <http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/planeta-urgente/proibida-em-paises-ricos-tinta-com-chumbo-e-vendida-para-os-pobres>, acessado em 20 de julho de 2014.

59 Ver Martin (2008).

60 A restrição ao uso de talidomida no Brasil foi sendo reformulada ao longo das últimas décadas, de modo a garantir o equilíbrio entre a necessidade de usar o medicamento em tratamentos onde ele é útil e evitar que seu uso leve à má-formação de fetos. Cf. http://talidomida-anvisa.blogspot.com.br/p/legislacao_29.html, acessado em 13 de julho de 2014.

mar partido a favor dos grupos por eles dominados.

Mercado e Estado nem sempre estão em confluência. Isso se dá pelo fato de que os interesses econômicos e os interesses políticos nem sempre convergem. Essa divergência é explorada pelos grupos que demandam maior controle do Estado sobre as inovações tecnocientíficas disponibilizadas comercialmente, muitas vezes com sucesso, ainda que o peso da restrição legal nem sempre inviabilize a mercantilização, apenas a empurre para a clandestinidade – como ocorre no já citado caso do comércio de órgãos humanos para transplante.

A eficácia da regulação estatal da mercantilização, inclusive da mercantilização da vida humana, está limitada por dois fatores: tempo e espaço. Esse último diz respeito à possibilidade real de deslocamento de indústrias para países com legislação mais flexível, como consequência da globalização da economia e consequente enfraquecimento dos laços entre as indústrias e os Estados nacionais, além da redução do papel do Estado na economia com a ascensão do capitalismo financeiro e mecanismos internacionais de restrição do poder dos governos locais sobre sua própria economia (Bauman, 1999a).

O outro fator, tempo, diz respeito à aceleração do ciclo de vida das mercadorias desenvolvidas a partir de inovações, bem como a redução drástica do tempo entre o desenvolvimento de uma invenção relevante e sua comercialização, ocorrida nas últimas décadas, como aponta a tabela apresentada por Foladori na última sessão do III Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, realizado em 2006 (*in* Martins & Dulley, 2008, p. 402):

<i>Produto tecnológico</i>	<i>Ano de invenção</i>	<i>Ano de produção</i>	<i>Tempo de desenvolvimento</i>
Luz fluorescente	1852	1934	82 anos
Radar	1887	1933	46 anos
Caneta esferográfica	1888	1938	50 anos
Zíper para roupa	1891	1923	32 anos
Papel celofane	1900	1926	26 anos
Foguetes	1903	1935	32 anos
Helicóptero	1904	1936	32 anos
Televisão	1907	1936	29 anos
Kodachrome ⁶¹	1910	1935	25 anos
Transistor	1940	1950	10 anos

A tabela mostra que entre a segunda metade do século XIX e a primeira metade do século XX, o tempo entre a divulgação de uma invenção relevante e sua disponibilização comercial foi sendo reduzido, de quase um século, no caso da lâmpada fluorescente para uma década, no caso do transistor. Há vários fatores envolvidos nessa redução de tempo.

Alguns desses fatores dizem respeito a diferenças na demanda comercial, com o transistor representando o ansiado aprimoramento de uma tecnologia em curso (o computador com válvulas) enquanto a caneta esferográfica substituíra uma tecnologia que não sofria a mesma demanda por substituição (a pena e o tinteiro).

Também a viabilidade comercial em cada caso é diferente, com a produção industrial da lâmpada fluorescente exigindo uma distribuição de fios elétricos a substituir a tecnologia anterior, de iluminação a gás – o que

⁶¹ Kodachrome é um modelo de filme de alta qualidade desenvolvido pela Kodak para uso tanto em fotografia quanto em cinema, com grande sucesso comercial.

era algo demorado e custoso. A adoção de um novo tipo de filme em fotografia e na produção de filmes, por sua vez, exigia muito menos; tão só a produção de máquinas compatíveis.

Cada uma dessas invenções passou por longos processos de requisição de patente e construção de um entorno viabilizante que garantisse a possibilidade da produção em série e de sua comercialização. Em outras palavras, o caminho da disponibilidade técnica à disponibilidade comercial varia em cada caso e depende de inúmeros fatores viabilizantes. Na tabela a seguir, acrescento algumas invenções mais recentes, tendo como base um levantamento que fiz a partir de uma pesquisa nas páginas dos respectivos verbetes na Wikipédia:

<i>Produto tecnológico</i>	<i>Ano de invenção</i>	<i>Ano de produção</i>	<i>Tempo de desenvolvimento</i>
Telefone Celular	1947	1956	9 anos
Velcro	1948	1955	8 anos
Super-Cola ⁶²	1951	1958	7 anos
VHS	1973	1976	3 anos
Insulina Sintética	1978	1982	4 anos
CD	1979	1982	3 anos
Computador portátil	1973	1975	2 anos
Walkman	1978	1979	1 ano
DVD	1996	1997	1 ano

62 A super-cola, ou cianoacrilato, foi descoberta acidentalmente em 1942, mas logo descartada por conta de seus riscos. Em 1951, os pesquisadores chegaram novamente ao mesmo material, mas dessa vez resolveram que o material tinha um potencial que não deveria ser ignorado. Estou levando em consideração o ano de 1951 porque ele corresponde à divulgação do material como inovação.

É possível observar que o hiato entre a invenção e a comercialização sofreu uma considerável redução nas últimas décadas. Conforme as empresas começaram a investir mais em inovação e criaram grupos de pesquisa com laboratórios próprios, o tempo necessário para patentear uma invenção e produzi-la industrialmente foi reduzido, uma vez que a informação sobre invenções prestes a serem apresentadas tornou-se acessível às empresas que pretendiam produzi-las. Dessa forma, o processo se agilizou e foi possível criar e disponibilizar mercadorias em ritmo acelerado. Invenções como o VHS, o CD e o DVD foram desenvolvidas pelas empresas que as comercializariam assim que prontas. A JVC criou o VHS, a Philips e a Sony criaram o CD e quatro empresas podem ser consideradas responsáveis pela invenção do DVD: Philips, Sony, Panasonic e Toshiba.

Do mesmo modo que a invenção é planejada tendo em vista potenciais de ganho já calculados antes de sua possibilidade técnica, a “morte” da invenção, substituída por uma tecnologia mais recente – ainda que não necessariamente mais eficiente em sua proposta –, também é calculada tendo em vista aproveitar ao máximo a euforia em torno da novidade. O VHS, desenvolvido na década de 1970, entrou em declínio no fim da década de 1990, com a entrada do DVD, e este entrou em declínio ainda mais rápido, no início do século XXI, tanto por conta da entrada do Blu-Ray quanto pelo avanço do compartilhamento de vídeos pela internet – que ocorre com ou sem o aval dos detentores dos direitos autorais. O CD, que substituiu o LP e o K7, entrou em decadência com a chegada do MP3, uma extensão que permite que arquivos de música sejam leves o bastante para serem armazenados em computadores pessoais e disponibilizados rapidamente na internet. Eu nasci em 1982 e vi surgirem e sumirem várias invenções transformadas em mercadoria. As inovações tecnocientíficas não estão apenas surgindo em rit-

mo acelerado, elas estão sumindo na mesma velocidade. Como diz Baudrillard (1995, pp.15-16):

Vivemos o tempo dos objetos: quero dizer que existimos segundo o seu ritmo e em conformidade com a sua sucessão permanente. Atualmente, somos nós que os vemos nascer, produzir-se e morrer, ao passo que em todas as civilizações anteriores eram os objetos, instrumentos ou monumentos perenes, que sobreviviam às gerações humanas.

Essa obsolescência acelerada ocorre também na área médica. A insulina sintética foi desenvolvida, em 1978, através da inserção, no código genético de uma bactéria, do gene responsável pela produção de insulina humana. Foi o primeiro caso de hormônio humano produzido artificialmente através de engenharia genética. A produção laboratorial de insulina foi realizada por cientistas que eram também donos da empresa que deteria exclusividade na comercialização do produto, essencial no tratamento do diabetes. O tratamento com insulina sintética consiste na injeção diária de doses do hormônio no corpo do paciente, o que é desconfortável e muitas vezes impreciso. Recentemente foi anunciada a criação de um pâncreas artificial, que regularia a quantidade de insulina no corpo do paciente, descartando a necessidade das injeções – o que decretaria a morte por obsolescência da insulina sintética⁶³. A invenção do pâncreas artificial é o resultado de uma aplicação médica das nanotecnologias e tem imenso potencial mercadológico.

63 Ver a reportagem “Pâncreas artificial feito com iPhone é testado com sucesso em diabéticos”, publicada em 16 de junho de 2014 pelo jornal “O Globo”. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/sociedade/saude/pancreas-artificial-feito-com-iphone-testado-com-sucesso-em-diabeticos-12877812>, acessado em 21 de julho de 2014.

Outros hormônios humanos foram sintetizados na segunda metade do século XX. Em 1960, chegaram ao mercado nos Estados Unidos as primeiras pílulas anticoncepcionais, com formas sintéticas dos hormônios estrogênio e progestógeno (IARC, 2007). As pílulas possibilitavam uma maior segurança no controle de natalidade. Isso possibilitou que as mulheres pudessem adiar a gravidez ou mesmo evitá-la por completo com maior segurança, contribuindo para aumentar sua liberdade sobre seu próprio corpo. A chegada das pílulas anticoncepcionais foi um dos fatores-chave para as mudanças culturais que marcaram a passagem do capitalismo industrial para o capitalismo financeiro no Ocidente, com uma considerável liberação dos costumes e uma redução no tamanho das famílias (Harvey, 2007).

Outro hormônio humano sintetizado na segunda metade do século XX foi o hormônio do crescimento, produzido pela glândula pituitária. Até o fim da década de 1980, a única forma de se obter o hormônio, usado principalmente para corrigir problemas de crescimento em crianças, era sua extração de cadáveres. No entanto, o risco de contaminação pela doença de Creutzfeldt–Jakob, um mal neurológico degenerativo, tornou esse método arriscado. No fim dos anos 1980, o hormônio foi finalmente sintetizado usando-se engenharia genética. O hormônio do crescimento começou logo a ser comercializado na forma do medicamento Humatrope, produzido e distribuído por uma empresa chamada Eli Lilly and Company para uso sob prescrição médica. Contudo, a possibilidade de usar o hormônio do crescimento para aprimorar o desempenho muscular levou atletas a recorrerem ao mercado negro para obter o produto. O Comitê Olímpico Internacional incluiu o hormônio em sua lista de produtos proibidos por constituírem *doping*, isto é, drogas capazes de aprimorar o desempenho dos atletas, garantindo-lhes vantagens competitivas (Saugy *et al.*, 2006).

Técnicas médicas antigas, como a acupuntura e o uso de sanguesugas, duraram séculos ou milênios, sendo aplicadas até hoje com pouca ou nenhuma alteração. Técnicas modernas, por outro lado, estão em contínuo processo de mudança. Como lembra Fukuyama (2003, p.91):

A todo momento, novos medicamentos são inventados, testados e aprovados para uso sem que os fabricantes saibam exatamente como eles produzem seus efeitos. É frequente na farmacologia que os efeitos colaterais permaneçam ignorados, às vezes por anos, ou que um medicamento venha a interagir com outros, ou com doenças de modo absolutamente não previsto quando foram introduzidos.

O ritmo da mercantilização e da obsolescência é tão acelerado que há o risco de tornar ineficazes as discussões em torno da regulamentação de certos setores, como as nanotecnologias. Os produtos são lançados no mercado sem os devidos testes e muitas vezes acabam saindo do mercado por pressões comerciais sem terem sido atingidos por uma regulamentação.

As discussões em torno de marcos regulatórios para as nanotecnologias ocorrem em todo o mundo. Ainda não há leis específicas, mesmo havendo produtos comercializados há décadas, particularmente no setor dos cosméticos. No Brasil, essas discussões têm mobilizado grupos diversos e o grande foco tem sido o direito à informação (Engelman et al., 2010).

III. OS RUMOS DA MERCANTILIZAÇÃO DA VIDA HUMANA

Nesse capítulo analisamos o desenvolvimento histórico da mercantilização da vida humana desde sua apropriação política pelos Estados nacionais na forma de uma biopolítica voltada para o cultivo eugênico das populações até a ascensão de uma nova forma de eugenia, com menor participação do Estado, que oferece aos consumidores a possibilidade de gerenciarem eles mesmos o funcionamento de seus corpos e a qualidade genética de seus descendentes mediante transações comerciais.

Esse capítulo está dividido em três partes. A primeira lida com o papel forte do Estado no uso das inovações tecnocientíficas para controlar as populações, com ênfase na aplicação de preceitos eugênicos, desde o fim do século XIX, quando a eugenia foi idealizada, até meados do século XX, quando a eugenia entrou em descrédito e os Estados diminuíram o peso de sua apropriação das inovações tecnocientíficas, em favor do mercado. A segunda parte é focada na nova eugenia, centrada nas relações de consumo e no individualismo, alimentada pelas novas tecnociências, particularmente as nanotecnologias, que aceleram as inovações e permitem manipular dimensões infinitesimais da matéria, garantindo melhor controle sobre o patrimônio genético dos interessados. A terceira parte lida com o aprofundamento do cenário atual, com a eugenia de mercado avançando em decorrência das inovações advindas das nanotecnologias, com a possibilidade de transformar em mercadorias os constituintes fundamentais do corpo humano.

3.1. Mercantilização da Vida Humana – Eugenia de Estado

Há poucas décadas houve uma redução do poder do Estado na decisão do uso das inovações tecnocientíficas. Até meados do século XX, as principais inovações, particularmente nas áreas médicas, eram apropriadas pelo Estado com o objetivo de aumentar o controle sobre a população e o território. O termo “Estado jardineiro” foi cunhado por Bauman (1999b) para se referir a essa pulsão por controle máximo, similar ao domínio de um jardineiro sobre suas plantas. Tudo que destoasse da ordem deveria ser eliminado, como ervas daninhas. A desordem poderia vir na forma de pessoas de grupos étnicos destoantes, pessoas com deficiências diversas, pessoas com sexualidades divergentes da norma ou mesmo pessoas com ideias subversivas.

O ápice dessa governamentalidade foi a destruição industrial de seres humanos pelos nazistas. Sua presença, contudo, não estava limitada à política hitlerista. A eugenia, como pensamento originalmente científico que ordenou e legitimou medidas de restrição à descendência e, em casos extremos, à sobrevivência de grupos considerados indesejáveis, norteou políticas públicas em vários países, inclusive o Brasil, do fim do século XIX ao início da segunda metade do século XX (Diwan, 2007). Esse período coincide com a vigência da chamada sociedade industrial, quando o segundo setor (a indústria) era o motor da economia capitalista e as grandes empresas tinham uma relação mais próxima com os Estados nacionais por conta de sua baixa mobilidade (Bauman, 1999a). A intervenção do Estado na economia contri-

buía para o protagonismo estatal na apropriação das inovações tecnocientíficas, particularmente nas que aumentavam o controle sobre a saúde da população.

Com o declínio do segundo setor, que gradualmente perdeu espaço para o setor de serviços (o chamado terceiro setor) como força motriz da economia; com a maior mobilidade das indústrias, deslocando-se para regiões do globo onde as restrições trabalhistas e ambientais eram menores; com a redução da intervenção do Estado na economia, sendo o Estado reduzido ao papel de gerente das condições não-econômicas necessárias para o funcionamento adequado da economia de mercado; em síntese, com esse novo equilíbrio de forças entre Estado e mercado, houve uma alteração no destino das inovações tecnocientíficas voltadas para o aprimoramento do corpo humano. Com isso, o princípio eugênico, de melhorar a hereditariedade e garantir pessoas mais saudáveis e ativas, foi deslocado das mãos do Estado para as mãos do mercado. A disponibilidade técnica dos caracteres do corpo humano tornou-se cada vez menos disponibilidade tecnopolítica sobre o corpo humano e cada vez mais disponibilidade tecnoeconômica, na forma de mercantilização.

A apropriação pelo Estado da disponibilidade técnica sobre o corpo humano, através das descobertas associadas às áreas médicas, iniciou-se no século XVIII com a ascensão do que Foucault (2008) chama de biopolítica. A biopolítica é o controle exercido pelos Estados nacionais sobre a vida biológica dos cidadãos, expressa em estatísticas sanitárias. Ela substitui o modelo disciplinar anterior, que Foucault chama de “anátomo-política”, dedicado a reger os usos do corpo de cada indivíduo. Os Estados nacionais estavam em formação nesse período e interessava aos governantes garantir o controle inquestionável sobre suas terras e sobre seus cidadãos contra os po-

deres locais ainda bastante fortes. Enquanto as inovações em comunicações e transporte favoreceram um controle mais eficaz sobre o território, as inovações biotecnológicas propiciaram um melhor domínio da população, reprimindo revoltas e aprimorando o desempenho da mão de obra para garantir mais força de trabalho necessária ao desenvolvimento econômico. Isso ocorreu no início do processo da industrialização e era indispensável para aumentar a competitividade de cada país.

A biopolítica ascendente era uma forma de controle da população exercida sobre os cidadãos vistos como massas quantificáveis, cuja produtividade poderia ser controlada a partir da análise de índices. Isso marca o surgimento da medicina social como mecanismo de controle estatal da população. Como diz Foucault (1999, p.290):

São esses processos de natalidade, de mortalidade, de longevidade que, justamente na segunda metade do século XVIII, juntamente com uma porção de problemas econômicos e políticos (...), constituíram, acho eu, os primeiros objetos de saber e os primeiros alvos de controle dessa biopolítica. É nesse momento, em todo caso, que se lança mão da medição estatística desses fenômenos com as primeiras demografias.

A eugenia norteou a biopolítica em diversos países do fim do século XIX ao início do século XX, inclusive o Brasil, onde, segundo Diwan (2007), o pensamento eugênico foi importante na determinação da política de imigração do início do século XX, voltada para o embranquecimento da população.

A eugenia é uma doutrina originalmente considerada científica e hoje tida como pseudocientífica que estabelece uma tecnologia disciplinar através da qual os Estados poderiam controlar a qualidade biológica de sua população. O termo foi cunhado por seu propositositor, Francis Galton, em 1883, a partir da palavra grega “eugenes”, que significa “bem-nascido” ou “bom nascimento”. Galton define eugenia como “a ciência que lida com todas as influências capazes de melhorar as qualidades congênitas de uma raça”, assim como aquelas “capazes de desenvolvê-las a seu nível máximo” (Burke & Castaneda, 2007, p.06).

Os trabalhos em que Galton propõe as bases da eugenia foram publicados no momento em que ganhavam luz simultaneamente releituras das ideias de Charles Darwin (que era primo de Galton), aplicadas ao entendimento do dever dos povos, somada a uma nova compreensão sobre os mecanismos da hereditariedade advinda das primeiras experimentações modernas em genética (Diwan, 2007). Em outras palavras, houve uma confluência de interesses entre uma tecnociência ascendente (a genética e seu potencial de seleção de descendentes) e uma política governamental voltada para o controle da capacidade de trabalho da população (a biopolítica). Essa confluência resultou na adoção das políticas eugênicas, transformando a disponibilidade técnica sobre os segredos da hereditariedade humana em disponibilidade política sobre a hereditariedade da população.

O foco inicial da eugenia foi o melhoramento genético dos seres humanos através do controle sobre os mecanismos de reprodução, particularmente através do incentivo às uniões entre genitores tomados como mais aptos a gerar descendentes acima da média (tática que recebeu o nome de “eugenia positiva”) e/ou da esterilização – consentida ou forçada –, isolamento social ou mesmo a interrupção compulsória da gravidez daqueles

considerados mais aptos a gerar filhos muito abaixo da média (método conhecido como “eugenia negativa”) (Suter, 2007).

O país ao qual a eugenia ficou mais associada, por conta de sua aplicação com consequências mais extremas, foi a Alemanha sob domínio nazista, onde os princípios eugênicos deram sustentação ao extermínio de “indesejáveis” – um extermínio chamado eufemisticamente de “eutanásia”. A descoberta dos horrores do nazismo, no fim da II Guerra Mundial, levou a uma ojeriza global em relação às políticas eugenistas. A despeito da larga rejeição por parte da opinião pública, políticas eugênicas continuaram sendo praticadas em países com governos democráticos nos anos que se seguiram à queda do nazismo. Entre esses países destacam-se os Estados Unidos, algumas nações europeias e o Japão pós-1945, onde as esterilizações forçadas seguiram até recentemente, com forte cunho racista (Diwan, 2007).

Nas últimas décadas do século XX, graças, entre outros fatores, às possibilidades técnicas trazidas por inovações tecnocientíficas recentes, como as oriundas das nanotecnologias, a eugenia ganhou nova figura e passou a ser apresentada como um projeto pessoal, mediado pelo mercado, de melhoria da própria descendência. A essa eugenia modificada não apenas pela nova compreensão da hereditariedade e pelas novas possibilidades de controlá-la, mas também por uma percepção predominantemente individualista sobre a questão do “bom nascimento”, Suter (2007) dá o nome de “neo-eugenia”.

Segundo Suter, essa distinção eugenia/neoeugenia seria necessária justamente por conta do peso do termo “eugenia”, associado ao nazismo e práticas autoritárias de esterilização e/ou extermínio de grupos étnicos e indivíduos portadores de moléstias crônicas, deficiências e deformidades. En-

tre os pontos de distinção, ela aponta: 1. o caráter predominantemente voluntário das estratégias reprodutivas, 2. uma menor referência à hierarquização étnica e 3. uma menor tendência à simplificação demasiada do entendimento sobre os mecanismos da hereditariedade. O caráter voluntário e a menor referência à etnicidade advêm do caráter comercial da neoeugenia, calcada na disponibilidade tecnoeconômica dos constituintes fundamentais do corpo humano, como os genes e os hormônios. A velha eugenia teria sido autoritária e racista por ser uma eugenia conduzida pelo Estado na forma de políticas públicas, ou seja, por ser uma disponibilidade tecnopolítica, em vez de uma disponibilidade tecnoeconômica.

Há um deslocamento do motor do impulso eugenizante. Antes, ele era algo predominantemente estatal; hoje, no entanto, está centrado nas relações de mercado. Esse deslocamento está associado ao processo de redução do papel do Estado no controle das relações econômicas, com o declínio do modelo de Estado nacional que viabilizava o avanço de práticas eugênicas, como forma de biopolítica, isto é, de aumento do controle tecnopolítico sobre os corpos de seus cidadãos. Esse controle era exercido tanto sobre seus cidadãos atuais, com o extermínio de um lado e as políticas sanitaristas de outro, quanto de seus cidadãos futuros, com a esterilização dos indesejáveis e o incentivo à reprodução dos mais aptos. Nos dois casos, eram formas de controle populacional que se assemelham ao trabalho de um jardineiro, arrancando as ervas daninhas e cuidando das melhores flores para que elas elevem o nível do jardim. Não é à toa que, como já dissemos, Bauman (1999b) chama de “Estado jardineiros” os Estados nacionais no auge de seu poder.

O declínio dos Estados nacionais acontece de modo paralelo à ascensão do capitalismo financeiro, que traz consigo um novo modelo de sociedade, centrada no consumo (Baudrillard, 1995), com o aceleração da mercantilização (inclusive da mercantilização da vida humana); assim como o aumento da participação do terceiro setor na economia (Kumar, 1997), contribuindo para a ascensão de serviços ligados à mercantilização da vida humana, como a técnica de reprodução *in vitro* com seleção prévia dos embriões, aprimorada pelas nanotecnologias; e o individualismo concorrencial (Harvey, 2007), com a compreensão de cada pessoa como *homo oeconomicus*, como empreendedor de si, com liberdade máxima para manipular os recursos de que dispõe, de modo a garantir os investimentos que possam trazer-lhe benefícios diante de um mercado competitivo (Foucault, 2008).

Essa nova eugenia, que norteia a mercantilização da vida humana há meio século, é uma eugenia de raiz liberal, no sentido de liberalismo econômico, isto é, de liberdade máxima para as relações econômicas. Coerentemente, a neoeugenia é também chamada de “eugenia liberal”, mas usualmente como oposição à “eugenia autoritária” praticada pelos Estados nacionais. É o termo que Habermas (2010), por exemplo, emprega quando analisa a questão. Optamos, nesse trabalho, por usar o termo “eugenia de mercado”, em oposição à “eugenia de Estado”, uma vez que “liberal” e “autoritário” são adjetivos que carregam grande carga moralizante e não dão conta de apontar os motores reais de cada fase da eugenia, ou seja, o mercado agora e o Estado anteriormente.

Na eugenia de mercado, as faces “negativa” e “positiva” mudam de figura em relação às suas versões na eugenia de Estado. Antes a eugenia negativa, partindo do princípio de que era preciso prevenir o nascimento de indivíduos cuja vida seria “indigna de ser vivida”, se dedicava ao impedimen-

to – geralmente autoritário e, mesmo na fase áurea de sua legitimidade científica, bastante polêmico – da reprodução dos “indesejáveis” (Diwan, 2007).

A nova eugenia negativa parte do mesmo princípio – de que a vida sob certas condições que a tornam muito abaixo da média é simplesmente “indigna de ser vivida” – para garantir que as crianças futuras não nasçam com problemas genéticos considerados graves (Habermas, 2010). Para isso, vale-se de técnicas de reprodução humana assistida *in vitro* e diagnóstico genético pré-implantacional – ambas inovações que se tornaram mais precisas e acessíveis com o desenvolvimento das pesquisas em escala nanoscópica. Essas duas técnicas são complementares. A reprodução *in vitro* consiste na fecundação de óvulos em ambiente artificial, gerando embriões a serem analisados. O diagnóstico genético desses embriões é então realizando, sendo posteriormente implantados no útero os embriões considerados aptos. Quando não há recursos para isso, parte-se para exames da constituição morfológica do feto. Se é descoberta uma anomalia, interrompe-se a gravidez.

A antiga eugenia positiva centrava-se no incentivo à reprodução dos “melhores” – o que não encontrou muita resistência nos detratores da eugenia, que se focavam em sua face negativa (Diwan, 2007). A nova eugenia positiva, por sua vez, é o alvo da maior parte das críticas à eugenia de mercado.

Enquanto a nova eugenia negativa se foca em usar as inovações tecnocientíficas recentes para impedir o nascimento de indivíduos cuja constituição genética os colocaria muito abaixo da média, sendo em alguns casos incapazes de realizar as funções mais básicas do dia a dia e, por isso, obrigados a levar vidas consideradas miseráveis, já que em total dependência dos outros, a nova eugenia positiva busca levar ao nascimento de indivíduos

moldados geneticamente para terem certas características escolhidas segundo o interesse dos pais, como o sexo e a cor dos olhos, ou mesmo algumas que possam colocá-los muito acima da média em alguma área, como talentos especiais e até genialidade, de acordo com o gosto e o bolso do consumidor (Suter, 2007).

Graças à disponibilização técnica do genoma humano, abriu-se um novo mercado com uma demanda crescente. Os genes humanos, que antes não entravam nos cálculos econômicos dos cuidados empresariais de si (Foucault, 2008), são agora tratados, manipulados, identificados, isolados e oferecidos comercialmente, como mercadorias à disposição de compradores ávidos. Por um lado, a nova eugenia negativa possibilitou, por exemplo, uma redução no nascimento de crianças com problemas genéticos considerados graves, particularmente em países onde a reprodução *in vitro* e o diagnóstico genético pré-implantacional são oferecidos por sistemas públicos de saúde, como a França, onde a legislação permite a interrupção voluntária da gravidez até a décima quarta semana “nos casos em que a própria gravidez coloca a vida da mãe em perigo, ou quando o feto se mostra portador de uma doença ‘grave e incurável’” (Lowy, 2011, p. 104). Por outro lado, a nova eugenia positiva ameaçaria, para seus críticos, como Fukuyama (2003), ampliar a desigualdade social, transformando-a em um abismo biológico.

Convém notar que, por mais que o foco atual da eugenia esteja em sua face mercadológica, os Estados não se afastaram de todo. Algumas políticas de controle populacional vigentes guardam muitos pontos em comum com os princípios eugênicos clássicos (Díaz, 2010). As empresas que fornecem serviços de melhoramento de embriões em países democráticos precisam responder às leis de regulamentação do setor, formuladas e defendidas

pelos Estados, segundo seus interesses. Os Estados nacionais viram seu papel mudar de empreendedores para reguladores do emprego de inovações tecnocientíficas para modificar a constituição e o funcionamento de corpos humanos.

Os Estados nacionais, nos países em que há uma forte política redistributiva no tocante aos serviços essenciais, agem como mega-consumidores, adquirindo das empresas, com recursos provenientes dos impostos, os produtos e os serviços gerados a partir da disponibilidade técnica da vida humana, e disponibilizando-os sem custos adicionais aos cidadãos. É o caso, por exemplo, dos testes pré-natais realizados em hospitais públicos em países como o Brasil. Esses exames podem detectar anomalias no feto e permitir à mãe a interrupção voluntária da gravidez, estando ou não essa interrupção sob a proteção da lei.

Também é preciso notar que a eugenia de mercado ainda traz consigo interesses estatais sob sua capa de projeto puramente individual (Suter, 2007), uma vez que é do interesse dos Estados aumentar o capital humano de seu território, aumentando com isso a produtividade média dos trabalhadores, com o objetivo de garantir mais desenvolvimento econômico para o país. Esse objetivo é basicamente o mesmo dos Estados setecentistas, que empregaram pela primeira vez a biopolítica como modelo disciplinar. É também o mesmo dos Estados que há um século empregaram princípios eugênicos para aprimorar o desempenho vital dos cidadãos. A diferença é que os Estados nacionais hoje têm muito menos poder de intervenção do que tinham em séculos passados. Isso não significa, no entanto, que eles tenham abandonado de vez as políticas públicas eugenistas, uma vez que as políticas de controle de natalidade e a vacinação compulsória seguem atuantes, ainda que de modo mais discreto.

Para entender melhor a passagem da eugenia de Estado, com sua ênfase na apropriação política da disponibilidade técnica sobre os constituintes orgânicos dos cidadãos, à eugenia de mercado, com sua ênfase na apropriação econômica da disponibilidade técnica sobre os constituintes orgânicos dos consumidores, é preciso voltar ao momento de adoção da biopolítica como tecnologia disciplinar, com seu ápice coincidindo com a ascensão do pensamento eugênico, e refazer o caminho traçado pelos diferentes usos das tecnologias que permitem o aprimoramento do corpo humano.

Técnicas de poder voltadas para o disciplinamento dos corpos dos indivíduos, de modo a garantir a otimização de seu desempenho e o controle sobre seus usos, foram desenvolvidas no final do século XVII e no decorrer do seguinte. É o que Foucault (1999) chama de “tecnologia disciplinar do trabalho”. Segundo ele, o início do emprego dessas técnicas marca um momento de aumento da relevância do corpo vivente dos cidadãos nas estratégias políticas dos Estados nacionais, com a passagem do “Estado territorial” para o “Estado de população”, tornando-se a questão central cada vez menos a governabilidade da terra e cada vez mais a governabilidade dos povos – de seus corpos, particularmente. Para que essa transação se completasse, foi necessário desenvolver novas formas de controle para garantir o adestramento dos corpos, de que o capitalismo ascendente necessitava.

Na segunda metade do século XVIII, surge uma tecnologia de poder não-disciplinar aplicada não ao corpo individual, mas à vida humana. Voltada para o mapeamento das taxas de natalidade, mortalidade e longevidade, essa técnica faz uso da estatística e das políticas públicas para atingir um controle inédito sobre a vida de populações inteiras, para “tornar o mundo transparente e legível para os poderes administrativos” (Bauman, 1999b, p. 40). É o que Foucault (2008) chama de “biopolítica”, a política voltada

para a dimensão puramente biológica dos indivíduos. Em outras palavras, “a crescente implicação da vida natural do homem nos mecanismos e nos cálculos do poder” (Agamben, 2002, p.125).

Em *Homo Sacer*, Giorgio Agamben explica como a palavra latina “vita”, de onde vem “vida”, procurava combinar em um só conceito duas expressões gregas de natureza complementar: “zoé”, que significava o mero fato de viver, e “bíos”, que apontava para o pertencimento a uma coletividade humana. *Zoé* refere-se ao que Agamben (2002) chama de “vida nua”, isto é, ao caráter puramente biológico dos indivíduos, um caráter que une tudo que é vivo. Por outro lado, o *bíos* é específico dos seres humanos e é o que nos marca como dignos de consideração especial. Grosso modo, *zoé* é o que no humano é mero *algo*, ainda que *algo vivo*, e *bíos*, o que é *alguém*.

Originalmente, apenas o *bíos* era do interesse da política. Apenas o ser humano como parte de uma coletividade, um alguém. Sua dimensão puramente biológica, a *zoé*, era tida como de caráter privado, sem interesse público. Com a biopolítica, ou, em outras palavras, com a apropriação política da disponibilidade técnica sobre a vida humana, o poder se volta para a *zoé* e determinar quem já não tem ou ainda não tem *bíos* é o correspondente contemporâneo de separar aquele que se pode matar sem processo, daquele que não se pode matar sem processo.

A determinação dos pontos que estabelecem o início e o fim da *bíos* é, portanto, uma questão política relevante, uma vez que marca os momentos em que o indivíduo é considerado como pura *zoé*, mero algo vivo, tendo assim o seu corpo passível de destruição, sem que o destruidor responda a processo por homicídio. Nos dois extremos temos, tanto a questão da regulamentação do direito ao aborto, quanto a questão do estabelecimento da

morte cerebral.

Do mesmo modo, temos a consideração de indivíduos adultos plenamente vivos como pura zoé por conta de caracteres étnicos, de deficiências significativas ou pelo simples fato de não contarem mais com uma nacionalidade, isto é, com um Estado-nação que garanta seus direitos fundamentais. Esse último é o caso dos refugiados, cuja contradição de não ter os direitos humanos garantidos por serem apenas humanos foi bem apontada por Arendt (1989), para quem os direitos humanos são apresentados como inerentes aos humanos como espécie, mas, na verdade, só podem ser garantidos pelos Estados a seus cidadãos como parte de seu controle sobre o próprio povo. Assim, aquele que é humano, mas não é cidadão, é tratado como mero algo vivo, sem mais direitos que qualquer outro animal. Os direitos humanos são assim os direitos do cidadão.

Arendt aponta para os processos de desnacionalização dos prisioneiros políticos nazistas. Só a partir do ponto em que eles deixavam de ser cidadãos, eles poderiam ser mortos arbitrariamente sem que seu assassino respondesse a processo. Destituir um indivíduo de sua cidadania é, em termos práticos, destitui-lo de sua humanidade. E, uma vez que a humanidade cada vez mais se caracteriza pelo primado kantiano de ser sempre um fim e jamais um meio, privar alguém de sua humanidade é liberar seu uso como um meio. É um exemplo claro desse princípio o uso como cobaia não voluntária em pesquisas laboratoriais – tal qual ocorreu com judeus e ciganos na Alemanha sob o domínio nazista, negros e autistas nos Estados Unidos da Guerra Fria e chineses no Japão Imperial (Caponi, 2004). Um outro exemplo é o uso do corpo humano como depósito de órgãos para transplante, tal como se tornou possível com o aumento da disponibilidade técnica sobre a vida humana trazido por certas inovações tecnocientíficas nas áreas médi-

cas. Em outras palavras, na medida em que possibilitam a instrumentalização dos constituintes do corpo humano, certas inovações tecnocientíficas, como as aplicações de pesquisas nanotecnológicas às áreas médicas, potencializam a transformação de seres humanos em meios para um fim. Esse fim, dentro do atual modelo econômico, não pode ser outro senão o retorno financeiro lucrativo. Essa instrumentalização do humano, é preciso ressaltar, pode ser benéfica para os consumidores, com o aumento do conforto e da expectativa de vida, mas isso não faz com que deixe de ser uma instrumentalização.

É preciso ter em mente que a disponibilidade tecnopolítica sobre a vida humana não é oposta à disponibilidade tecnoeconômica na forma de mercantilização, uma vez que parte da mesma valoração da vida humana em termos exclusivamente econômicos. Isso fica claro quando analisamos o exemplo mais extremo de apropriação política da disponibilidade técnica sobre a vida humana: a Alemanha sob o domínio nazista. O governo de Hitler aplicou o princípio do valor de uso aos humanos, vistos como meios, e construiu políticas públicas para gerenciar a população com a mesma frieza com que executivos de sucessos gerenciam recursos não-humanos. A explicação dada pelos oficiais nazistas para a necessidade de exterminar doentes terminais, idosos pobres e pessoas com deficiências era econômica: no balanço entre gastos do governo e retorno esperado, aquelas pessoas eram maus investimentos (Agamben, 2002).

Quando se pensa do ponto de vista da economia política, que é o modelo de pensamento adotado pelos Estados nacionais, a “vida indigna de ser vivida” passa a ser vista não tanto como aquela em que o sofrimento do indivíduo leva a um tal desejo de morrer que se torna imoral forçá-lo a seguir vivendo, mas em essência aquela que gera apenas despesas para os co-

fres públicos. Quem gera lucros é digno de seguir vivendo; quem gera apenas prejuízo, não. Evita-se qualquer consideração moral porque não é a moralidade pública, mas a economia – de mercado –, o legitimador supremo das ações do Estado (Foucault, 2008).

Percebe-se, é bom frisar, que, mesmo em nações sob regimes autoritários, a eugenia de Estado não era exclusivamente de Estado. O mercado tinha grande interesse nas políticas de aprimoramento, por conta do acréscimo de capital humano trazido pelo incentivo à melhoria genética da população. Houve farto investimento por parte de magnatas como Rockefeller⁶⁴, Kellogg⁶⁵ e Gosney⁶⁶, para ficarmos apenas com o exemplo dos Estados Unidos. Pode-se afirmar, então, como o faz Diwan (2007, p.63), “que a eugenia [de Estado] foi a aliança entre o poder econômico, a ciência e a legislação”. Em outras palavras, ela foi resultado do acordo moderno entre tecnologias, capital e Estado. E continua sendo ainda hoje, com a diferença de que o peso do Estado nesse caso foi reduzido e o capital passou a administrar diretamente os usos das inovações que possibilitam a manipulação da vida humana.

64 John Davison Rockefeller (1839-1937), empresário estadunidense do setor do petróleo, é considerado o homem mais rico da história, com uma fortuna pessoal na casa das centenas de bilhões de dólares.

65 John Harvey Kellogg (1852-1943), médico estadunidense, inventou o cereal matinal de milho, em parceria com seu irmão, Will Keith Kellogg.

66 Ezra Seymour Gosney (1855-1942), filantropo estadunidense, fundou a *Human Betterment Foundation*, uma organização dedicada a defender publicamente a esterilização forçada dos indivíduos considerados inaptos a procriar.

3.2. Mercantilização da Vida Humana – Eugenia de Mercado

A revelação pública dos horrores do nazismo contribuiu para o declínio da eugenia nas décadas seguintes, embora não tenha sido a única causa. Na década de 1950, a chegada da genética molecular, com a descoberta do DNA, levou a uma revisão do que se entendia sobre hereditariedade e muitas das ideias eugenistas caíram por terra. Ainda assim, muitos países seguiram com políticas eugenistas décadas após. Todavia, entre os cientistas e formadores de opinião, a eugenia tornou-se mais e mais obsoleta, e sua associação com o nazismo só fez contribuir para seu ostracismo na década de 1960. Somente algumas décadas depois, já nos anos 1980, com o surgimento das técnicas de reprodução humana assistida e do mapeamento genético, a eugenia ganhou novo fôlego. Mas tratava-se de uma nova eugenia. Uma eugenia prioritariamente de mercado, uma forma de mercantilização da vida humana conectada ao capitalismo liberal.

Os defensores da eugenia de mercado afirmam que a eugenia em si não deve responder pelos horrores a que certa vertente do pensamento eugênico conduziu. Como diz Suter (2007, p. 899), “enquanto muitos aspectos da eugenia clássica eram, sem dúvida, horríveis, isso por si só não leva a determinar que a eugenia é em si problemática”. Busca-se uma separação clara entre a eugenia praticada autoritariamente pelos Estados e a nova eugenia, que estabelece a necessidade empresarial do aprimoramento de si e dos seus como sentido para a mercantilização da vida humana. Para seus defensores, a nova eugenia não incorreria nos erros da antiga eugenia porque se limitaria

a ser uma opção à disposição de consumidores livres, em vez de uma imposição estatal a todos os cidadãos.

Em outras palavras, o novo cenário eugênico, possibilitado em grande parte pelos avanços das nanotecnologias, seria, para seus defensores, mais livre, porque a eugenia de mercado, como forma liberal da mercantilização da vida humana, como disponibilidade tecnoeconômica dos constituintes fundamentais do corpo humano individualizado, seria menos opressiva – posto que eletiva – do que a eugenia de Estado, que, como disponibilidade tecnopolítica do corpo humano de populações inteiras, seria uma forma autoritária de mercantilização da vida humana.

No entanto, ainda que se insista nessa oposição Estado x mercado, muitos dos preceitos fundamentais da eugenia de Estado permaneceram na eugenia de mercado, mesmo que levemente modificados. Um dos mais importantes é o de que é preciso impedir a existência ou persistência da “vida indigna de ser vivida” (Habermas, 2010), um conceito até certo ponto semelhante ao que Giorgio Agamben chama de “vida nua do homo sacer”.

Homo sacer, segundo Agamben (2002), era o indivíduo que, segundo o direito romano, poderia ser morto por qualquer um sem que o assassino respondesse a processo por homicídio, mas ao mesmo tempo não poderia ser usado como vítima em ritos sacrificiais. Em sua versão contemporânea, o homo sacer é aquele que, destituído das proteções legais que o *status* de cidadão a princípio lhe confere, perde todos os seus direitos e pode, portanto, ser violentado e morto sem que para isso seja necessário realizar-se um julgamento ou abrir-se um processo legal e sem que seu agressor responda criminalmente pela agressão.

Na Alemanha sob domínio nazista, o portador de uma vida indigna era candidato ideal aos programas de extermínio. No Ocidente contemporâneo, ele é o exemplo do tipo de mal que se busca evitar quando se apela às técnicas de reprodução assistida somadas ao diagnóstico genético pré-implantacional. É um mal considerado tão grave que gerou a requisição de um direito inédito, o de não nascer. Em termos práticos, o “direito de não nascer” funciona como uma espécie de eutanásia preventiva. Crê-se que um feto, se tivesse total consciência do que está acontecendo, consentiria com um procedimento terapêutico intra-uterino ou pré-implantacional para evitar que ele desenvolva determinada doença – e, em parte, nisso reside a legitimidade do procedimento (Habermas, 2010). Do mesmo modo, assume-se que o feto, se pudesse consentir, desejaria o término de sua existência caso a escolha fosse entre o não nascer e o nascer para uma vida indigna de ser vivida. Assim, interromper a gravidez nesse caso seria como realizar uma eutanásia em alguém que ainda não nasceu.

Para que esse direito se efetive, é preciso que se considere que o feto na gravidez a ser interrompida ainda está no estágio da pura zoé, ou seja, ainda detém apenas uma vida nua. A determinação do início da vida bíos, portanto, é imprescindível para o estabelecimento de legislações referentes ao direito ao aborto. Essa determinação costuma estar associada ao estabelecimento de um ponto em que o bíos se desfaz e o corpo volta a ser pura zoé, isto é, em que o indivíduo mantém suas funções orgânicas em curso, mas não é plenamente humano. A determinação do intervalo em que o humano é humano de fato e não um projeto ou uma casca vazia é fundamental. Embora esse intervalo seja variável de acordo com idiossincrasias culturais, ganha cada vez mais espaço nas legislações ocidentais a concepção de que o corpo humano só é plenamente humano do momento em que o cére-

bro começa a funcionar até o momento em que ele deixa de funcionar definitivamente. Assim, segundo a lei de vários países, a gravidez pode ser interrompida sem que haja processo legal até o momento em que o feto começa a desenvolver atividade neurológica. No entanto, a determinação do ponto em que o cérebro começa a funcionar não é tão clara quanto a determinação do momento da morte do cérebro (Jones, 1998). Há estudos situando o início do funcionamento do cérebro ainda nos primeiros dias de gestação, enquanto outros situam esse início no segundo trimestre (Luz, 2005).

O desenvolvimento humano intra-uterino é um campo de estudos em plena atividade e inovações surgem em ritmo acelerado. Segundo Cowan (1994), os exames pré-natais em sua forma moderna começaram na década de 1950 e concentravam-se na descoberta do sexo do feto, de algumas doenças hereditárias relacionadas ao sexo, como a hemofilia, e da incompatibilidade sanguínea entre gestante e feto. Ao longo da segunda metade do século XX, diversas inovações tecnocientíficas levaram ao aprimoramento dos exames pré-natais, que passaram a incluir uma análise do tecido amniótico, que fornecia uma previsão mais confiável do sexo do feto e ampliava o rol de problemas genéticos detectáveis, incluindo aí a síndrome de Down, a partir da década de 1960. Os primeiros registros de interrupção voluntária da gravidez em decorrência da detecção de síndrome de Down através do exame do tecido amniótico são de 1968 (Cowan, *op.cit.*, p. 38). Na França, em 1996, a amniocentese, que era um exame restrito a casos de gravidez de risco, tornou-se um dos exames pré-natais obrigatórios. Com isso, os nascimentos de bebês com síndrome de Down foram reduzidos pela metade⁶⁷. Esse caso ilustra como uma inovação tecnocientífica, nesse caso a

67 Ver a reportagem “Estimativa de número de brasileiros com Down varia de 80 mil a milhões”, de Laís Mendes Pimentel, escrita em 2003, para a BBC. Disponível em: www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/story/2003/08/000000_numerosdownlmp.shtml, acessado em 21 de junho de 2014.

amniocentese, foi disponibilizada comercialmente, dentro do pacote de exames pré-natais, gerando uma transformação social – nesse caso, a redução de nascimentos de crianças com síndrome de Down. Há um debate forte sobre a interrupção voluntária da gravidez em casos de anomalia genética. Um dos principais argumentos empregados na defesa dessa interrupção é de que a vida humana portadora de certas anomalias genéticas, como a síndrome de Down, seria “indigna de ser vivida”, desse modo a interrupção da gravidez ocorreria não apenas em favor da gestante, mas também no melhor interesse do feto (Gollop, 2009).

O uso do nascimento e da morte do cérebro para determinar o ponto a partir do qual se iniciaria e se encerraria a vida humana é recente e tem sua raiz no avanço nas técnicas de transplantes de órgãos. Segundo Agamben (2002), foi somente a partir de um relatório que uma comissão especial da Universidade de Harvard publicou em 1968 que a morte do cérebro passou a marcar a morte do indivíduo. O relatório informa que seria preciso constatar, através de testes médicos, a morte do cérebro como um todo, para se determinar a morte da pessoa, independentemente do funcionamento de outros órgãos. Se o cérebro estivesse totalmente morto, o indivíduo deveria ser declarado legalmente morto, ainda que o resto de seu corpo estivesse funcionando. Aquele que entrou em coma irreversível e teve morte cerebral detectada é considerado destituído de bíos, possuidor somente de zoé, sendo assim passível de decomposição para reutilização de suas partes. Tornou-se um depósito de órgãos. Somente desse modo, diga-se, foi viabilizado o transplante de órgãos que só podem ser retirados do corpo com o coração funcionando.

Exemplos como esse deixam cada vez mais claro não apenas que “vida e morte não são propriamente conceitos científicos, mas conceitos políticos, que, enquanto tais, adquirem um significado preciso somente através de uma decisão” (Agamben, *op.cit.*, p.171), mas também que inovações tecnocientíficas podem contribuir para alterar o status jurídico da própria vida humana. Em última instância, isso significa que as categorias que regem os direitos fundamentais do cidadão são passíveis de serem revistas sempre que inovações tecnocientíficas significativas encontram um clima político favorável. Na medida em que as nanotecnologias permitem dispor tecnicamente de partes fundamentais do corpo humano, como os genes e os hormônios, podemos em consequência ter pressões políticas para rever definições legais que entrem os interesses dos investidores.

Uma questão legal apontada antes do advento das nanotecnologias, mas tornada mais urgente quando elas ajudaram a ampliar as possibilidades da engenharia genética, é o patenteamento dos genes, especialmente dos genes humanos. As pesquisas genéticas, convém lembrar, são anteriores às nanotecnologias, mas elas foram intensificadas por conta da possibilidade de manipular materiais em escala molecular.

O avanço na decodificação do genoma humano levou às primeiras requisições de patente de genes humanos (Myszczyk & Meirelles, 2008). Não havendo clareza legal quanto ao assunto, as requisições foram, até há pouco tempo, julgadas caso a caso por juízes ligados ao direito autoral, particularmente nos Estados Unidos. Somente no dia 13 de junho de 2013 a questão foi melhor definida com decisão da Suprema Corte dos Estados Unidos, que chegou à conclusão de que empresas não poderiam patentear genes humanos, por serem esses “produto da natureza”, mas que poderiam patentear DNA sintético, porque esse não seria “produto da natureza”. A de-

cisão reverteu diversos patenteamentos já liberados. Segundo reportagem da *Scientific American*⁶⁸, cerca de 20% do genoma humano já havia sido patenteado por empresas de biotecnologia só nos Estados Unidos. Empresas como a Myriad Genetics, que patenteou dois genes humanos naturais, ligados ao câncer de mama ou ovário, pretendendo com isso monopolizar pesquisas envolvendo esses dois genes. A decisão mantém aberta a possibilidade de patentear genes criados em laboratório.

O que a questão do patenteamento de genes humanos deixa clara é como a disponibilidade técnica sobre os genes está atrelada à disponibilidade comercial sobre os mesmos – uma apropriação econômica que pode ser posterior à inovação ou até mesmo anterior a ela, sendo nesse caso um dos requisitos para a viabilidade comercial do investimento na inovação. Com os avanços tecnocientíficos que permitem manipular esses genes, transplantar genes entre espécies ou mesmo criar genes em laboratório, os genes humanos, constituintes fundamentais da vida humana, passaram a ser negociáveis, tornaram-se mercadoria. Uma inovação tecnocientífica, ou antes uma série de inovações atrelada ao mesmo princípio, a manipulação de material genético humano, foi disponibilizada na forma de mercadoria, sendo oferecidas como serviços médicos. Desse modo, o patrimônio genético humano entrou no rol dos bens negociáveis, ora para garantir filhos mais competitivos, no caso do uso – já corrente – de reprodução *in vitro* e diagnóstico pré-implantacional, ora para aprimorar o próprio DNA, no caso da terapia genética, uma área médica ainda em fase inicial.

68 Cf. Genoma Humano: Propriedade Privada. Reportagem de Gary Stix. Cf.: www2.uol.com.br/sciam/reportagens/genoma_humano_propriedade_privada.html, acessado em 22 de junho de 2014.

No Brasil, não é permitido o patenteamento de seres vivos, no todo ou em partes. No entanto, há tratados internacionais, dos quais o Brasil é signatário, que permitem o patenteamento em certas condições. A Lei de Biossegurança⁶⁹ (Lei 11.105/05) impede diversas apropriações de material genético, como a clonagem humana, e apresenta severas restrições ao uso de embriões humanos em pesquisa. O entrave da lei não se estende, contudo, ao uso terapêutico da engenharia genética, como, por exemplo, o emprego de diagnóstico pré-implantacional para garantir a implantação uterina apenas de fetos considerados saudáveis.

Em seu ensaio sobre os dilemas éticos do uso da engenharia genética tanto para aprimoramento quanto para terapia, Habermas (2010) fala sobre como a mera disponibilidade comercial de uma inovação tecnocientífica que possa garantir filhos mais saudáveis já exerce em si uma pressão sobre os pais para que eles façam uso dela. Haveria uma difusão da crença de que os pais devem valer-se do que a tecnologia põe comercialmente ao seu alcance, não apenas para impedir que seus filhos padeçam de males evitáveis, mas também para garantir vantagens genéticas para eles. Ganha adeptos a “beneficência procriativa”, pregada por Savulescu (2001), ou seja, a ideia de que os pais têm a obrigação moral de garantir os melhores recursos genéticos para os filhos.

Por sua vez, Fukuyama (2003), ao apontar as transformações sociais trazidas pela possibilidade de manipular quimicamente o comportamento humano diz que a mera existência de fármacos que regulam o humor, como os antidepressivos e os ansiolíticos, já por si só desloca o normal, patologi-

⁶⁹ A lei está disponível na íntegra em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111105.htm, acessado em 13 de junho de 2014.

zando o que antes era tomado tão somente como um comportamento saudável, ainda que ligeiramente desviante. Pessoas melancólicas são, cada vez mais, diagnosticadas como deprimidas e pessoas agitadas, como ansiosas ou, se crianças, como portadoras de *défice de atenção*. Ao se patologizar o normal, o melhoramento, o ir além do normal, na direção de um novo normal, torna-se terapia. Se antes, a correção terapêutica se caracterizava pela busca de levar o subnormal ao normal, agora o que se quer é uma nova terapêutica capaz de levar o normal ao sobrenormal. Com isso, a fronteira entre terapia e aprimoramento vai sendo borrada propositadamente, para otimizar a apropriação econômica de inovações tecnocientíficas que prometem melhorar o funcionamento do corpo humano, como algumas inovações advindas das pesquisas nanotecnológicas.

Na medida em que esse avanço em relação ao normal é naturalizado, ele passa a ser visto como um novo normal, um novo padrão a ser alcançado. Dessa forma, quem tem um corpo normal passa a estar em situação de inferioridade diante de quem tem um corpo aprimorado, assim como quem tem um corpo abaixo do normal pode ser tratado por muitos como inferior a quem tem um corpo dentro da média. Ocorre aí um deslocamento do normal, o que gera uma nova classe de anormais. Esses anormais tendem a ser estigmatizados, como aponta Goffman (1988) em seu clássico estudo sobre as representações de si dos portadores de estigmas e suas estratégias sociais. O estigma é, basicamente, a marca da anormalidade. Trata-se de determinada característica que chama a atenção de quem a percebe e lança aquele que a possui para fora das relações ordinárias. O estigma joga o estigmatizado no âmbito do extraordinário e desperta o desconforto dos “normais” que cruzam com ele. Diferentes sociedades estigmatizam diferentes formas de ser, de crer e de agir. A partir do momento em que é instituído o que seria

considerado o normal em uma determinada situação, gera-se a seu redor uma zona de anormalidade. Na medida em que os padrões de usos possíveis do corpo se adaptam às possibilidades técnicas de aprimoramento desse corpo, institui-se um novo normal e, com isso, decreta-se também uma nova anormalidade.

Se antes o corpo saudável era aquele capaz de executar um número de tarefas x sem grandes dificuldades, sendo abaixo do normal aqueles que não consigam fazê-lo, o aprimoramento através da farmacologia e de cirurgias, como uma forma legalizada de *dopping*, desloca esse normal para um patamar superior de funcionalidade. O extraordinário torna-se ordinário e aquele que estava dentro da média passa a ficar abaixo da média. Ou a própria média passa a ser vista como inferior ao novo normal.

As inovações trazidas pelos avanços na aplicação das nanotecnologias à manipulação dos constituintes fundamentais do corpo humano possibilitam ao mesmo tempo evitar certas anormalidades e aumentar a chance de se atingir um desempenho fisiológico superior ao usual. Há técnicas na engenharia genética – viabilizadas pela possibilidade trazida pelas nanotecnologias de manipular os genes com precisão inédita – que previnem os males congênitos antes que eles se manifestem na forma de doenças, em vez de simplesmente tratar dessas assim que se manifestam (Gollop, 2009). Como parte do princípio da “medicina pessoal”, o foco está na prescrição de drogas adequadas às necessidades de cada paciente, evitando assim efeitos colaterais indesejados e maximizando a eficácia do tratamento (Quaresma, 2010).

O mapeamento genético realizado em embriões pode resultar no que se convencionou chamar de “*designer babies*”, termo inicialmente pejorativo⁷⁰ que pode ser traduzido livremente como “bebês sob medida”. Os bebês sob medida são aqueles que foram fruto da seleção, dentre embriões cultivados *in vitro*, daqueles cuja constituição genética mais corresponde aos desígnios dos genitores (Suter, 2007). Habermas lembra que essa tecnologia é apenas mais uma em uma lista razoavelmente longa de tecnologias análogas que foram se tornando rotineiras nos últimos anos, gerando impactos sociais consideráveis:

A “reprodução medicamente assistida” já havia conduzido a práticas que intervieram de maneira espetacular nas relações entre as gerações e na relação tradicional de parentesco social e de ascendência biológica. Refiro-me às “barrigas de aluguel”, aos doadores anônimos de esperma e às doações de óvulos, que possibilitam a gravidez após a menopausa, ou ao uso perversamente protelado de óvulos congelados. No entanto, somente o encontro da medicina reprodutiva e da técnica genética conduziu ao método do diagnóstico genético de pré-implantação (DGPI), assim como criou perspectivas para a produção de órgãos e intervenções para modificação genética com fins terapêuticos (Habermas, 2010, pp. 23-24).

70 O termo deriva de “*designer clothes*”, que significa “roupas de grife” ou, mais ainda, “roupas feitas por designers [estilistas]”, que costumam ser desenvolvidas sob encomenda, para se adequar ao gosto do cliente. Assim, a expressão “*designer babies*” surgiu para apontar a possibilidade de se produzir bebês também sob medida, com o objetivo de satisfazer aos interesses dos pais.

Os fins nem sempre são terapêuticos. Essa tecnologia pode sim ser empregada para reduzir a probabilidade do desenvolvimento de certas doenças hereditárias ou acidentes genéticos danosos ao organismo do futuro indivíduo (Gollop, 2009), mas também pode ser usada para escolher características pessoais que não estão relacionadas a um possível mau funcionamento do corpo, como o gênero, a cor dos olhos e determinados caracteres étnicos, por exemplo (Fukuyama, 2003). Faz-se uma triagem com os exemplares disponíveis e apenas os embriões considerados adequados são implantados no útero.

O sentido de adequação aí varia muito. Podem ser adequados na medida em que não portam nenhuma desordem genética severa, mas também podem ser adequados porque são compatíveis com parentes que usarão parte da medula do futuro bebê assim que o parto ocorrer. Na Espanha, que possui uma das legislações mais liberais no tocante à manipulação genética, a *Ley de Reproducción Asistida* permite que a seleção genética seja feita para que o bebê gerado possa servir como doador compatível – de medula, geralmente – para algum membro da família. Basta informar às autoridades previamente e solicitar o aval da Comissão de Reprodução Assistida (Díaz, 2010, p.34).

A Lei de Biossegurança proíbe a seleção do sexo e das características biológicas do embrião que não estejam associadas à prevenção de doenças. Em outras palavras, ela proíbe o uso de técnicas de reprodução assistida com o objetivo de aprimorar geneticamente os descendentes. Do mesmo modo, ela também proíbe o descarte de embriões implantados e a comercialização de óvulos e espermatozoides. Desde dezembro de 2012 (Portaria

nº3.149), após anos de estudo da questão, o Sistema Único de Saúde (SUS) passou a cobrir todos os custos da reprodução *in vitro* (RIV) e de técnicas de auxílio⁷¹. Entre essas técnicas de auxílio, está o diagnóstico genético pré-implantacional. A legislação brasileira só permite seu uso como medida de prevenção de doenças genéticas.

Há pressões liberalizantes e restritivas quanto à mercantilização da vida humana, particularmente na forma de novas tecnologias de aprimoramento do desempenho do corpo humano. Por outro lado, há uma demanda social crescente por essas tecnologias, desde fármacos para controlar o humor, o sono ou a fome, até a manipulação genética para construção laboratorial de bebês segundo a demanda dos pais. Entre os problemas sociais levantados pela eugenia de mercado e sua apropriação econômica das inovações tecnocientíficas nas áreas médicas, estão o aumento da desigualdade social em escala planetária, da patologização de comportamentos desviantes e da insatisfação com o próprio corpo.

Primeiro, é preciso ter em conta que as inovações tecnocientíficas são, por si, produtoras de desigualdade social. Os benefícios trazidos por elas são usualmente distribuídos na forma de uma pirâmide ascendente, com os ricos consumindo as inovações recentes e os pobres ficando com as versões ultrapassadas. A velocidade com que as inovações se difundem ao longo da pirâmide depende de vários fatores. Entre eles, o custo das mercadorias produzidas e o interesse político na distribuição dessas mercadorias. De fato, ainda que a distribuição desigual seja condição necessária para a existência das inovações tecnocientíficas dentro do sistema capitalista (George, 2002),

71 Cf. "Fertilização *in vitro* pelo SUS e o direito de decidir", disponível em: <http://www.portaleducacao.com.br/medicina/artigos/48319/fertilizacao-in-vitro-pelo-sus-e-o-direito-de-decidir>, acessado em 12 de julho de 2014.

há casos em que o interesse governamental em distribuir esses bens é alto o bastante para levar a uma aquisição massiva do produto e distribuição gratuita à população. É o caso de certas vacinas, que custam menos ao cofre público do que o tratamento das doenças que combatem, e de tratamentos de potenciais pandemias, quando organismos internacionais se prontificam a assumir o controle dessas doenças em países sem sistema público de saúde. No entanto, fora desses casos excepcionais, a desigualdade social tende a ser ampliada pelas inovações.

De acordo com o mais recente Relatório do Desenvolvimento Humano, elaborado pelas Nações Unidas (ONU, 2014), nos países com índice de desenvolvimento humano considerado muito alto, como os da Europa Setentrional, a expectativa de vida oscila entre os 65 e os 70 anos; nos países com baixo índice de desenvolvimento humano, como os da África subsaariana, a expectativa cai para entre 45 e 50. O envelhecimento gradual da população, fruto da soma do aumento da expectativa de vida, parcialmente em decorrência de avanços tecnocientíficos aplicados aos tratamentos médicos, com a redução da taxa de natalidade, que advém, dentre outros fatores, da difusão de técnicas contraceptivos desenvolvidas também a partir de avanços tecnocientíficos. Uma vez que esses avanços, difundidos na forma de bens negociáveis, não estão disponíveis da mesma forma para todos, a expectativa de vida tende a diferir entre os países, assim como a taxa de natalidade. Dessa forma, os países com alto índice de desenvolvimento humano têm populações mais envelhecidas que os países com baixo índice de desenvolvimento humano. Isso traz diversas consequências, desde problemas na previdência social em países que não têm trabalhadores jovens o bastante para sustentar as aposentadorias dos mais velhos a índices altos de desemprego nos países em que há mais jovens sendo lançados no mercado de tra-

balho do que vagas para comportá-los (Bauman, 1999a).

A possibilidade técnica, tornada disponibilidade comercial, de alterar o funcionamento do corpo humano tem levado também a uma modificação das leis e das nomenclaturas associadas ao uso dessas tecnologias, com comportamentos outrora vistos como normais ou como desvios tolerados sendo transformados em patologias, de modo a que o aprimoramento passe a ser visto como terapia. Com isso tem-se uma patologização crescente de usos e estados do corpo. Com a ampliação do leque dos comportamentos e das disposições orgânicas tratáveis, facilita-se não apenas a liberação de certos procedimentos, mas mesmo seu subsídio governamental. Um exemplo é o da transformação das crianças agitadas em “hiperativas” e consequente indicação do uso de *clonazepam*, um sedativo que gera dependência química (Fukuyama, 2003). Entre aqueles que defendem essa patologização do comportamento infantil estão pais, psiquiatras e a indústria farmacêutica, principalmente a Roche, fabricante da versão mais famosa do clonazepam, o Rivotril. Uma vez que se estabeleça a necessidade de medicar essas crianças, não apenas os psiquiatras serão induzidos a receitar clonazepam, mas o próprio Estado, nos países em que o sistema público de saúde cumpre essa função, será levado a subsidiar o tratamento dos que não podem arcar com os custos. Com isso, os pais ocupados terão crianças mais dóceis e a indústria farmacêutica terá mais lucro.

Uma terceira consequência social da eugenia de mercado, decorrente da necessidade de gerar demanda econômica para as inovações tecnocientíficas que possibilitam melhorar o desempenho do corpo, é a pressão cultural – de origem econômica – para que o consumidor se sinta continuamente insatisfeito e frustrado quanto ao funcionamento de seu organismo e deseje melhorar sua *performance*. A demanda é apenas em parte estimulada

pela necessidade de se tornar mais interessante para os empregadores, uma vez que certos aprimoramentos são pouco relevantes para a eficiência no trabalho. Para estimular a demanda por esses produtos e serviços que não resultam em aumento da empregabilidade, é preciso reforçar o senso de inadequação a partir de uma nova anormalidade. É o que acontece com a pressão pela construção de um corpo mais magro ou musculoso. Nos dois casos, essa pressão gera demanda por fármacos que contribuam para a obtenção do corpo desejado.

Via de regra, a pressão contínua pelo aprimoramento gera um deslocamento ascendente do que seria considerado o normal, transformando o extraordinário em um novo normal, de modo que o antigo normal acaba deslocado para baixo na direção do subnormal, do indesejável. Com isso, novas marginalidades e anormalidades, com novos estigmas, são construídas. E os antigos estigmas ganham novas leituras.

Os avanços tecnocientíficos disponíveis comercialmente não apenas já dão conta de boa parte da demanda, como também incitam novas demandas com suas promessas. Essas promessas apresentam um futuro potencial que convém analisar com atenção. Elas não somente apresentam rumos possíveis da mercantilização da vida humana, mas também nos permitem compreender mais claramente o cenário atual dessa mercantilização. As tecno-utopias, realizem-se ou não, são objetos de estudo interessantes porque nos permitem entender o sentido do processo, isto é, para onde seus agentes pretendem direcioná-lo ou podem direcioná-lo inadvertidamente. Não buscamos nesse trabalho fazer um exercício de futurologia, mas apenas aprender sobre a mercantilização da vida humana analisando o imaginário instigado por ela.

3.3. Mercantilização da Vida Humana – Futuro Pós-Humano?

As consequências potenciais das inovações tecnocientíficas aplicadas ao aprimoramento biológico humano são claramente especulativas, mas constituem objeto de interesse porque geram pressão no sentido de restringir ou liberar a disponibilização comercial dessas inovações na forma de mercadorias. Entre esses cenários futuros apresentados como base para as ações presentes estão, como já foi aqui apresentado: a formação de indivíduos tão superiores aos demais que ameaçam pôr a perder as leis fundamentadas na igualdade natural da espécie humana, a possibilidade de escapar dos elementos animais da condição humana, principalmente a dor e a morte, e a possibilidade de ampliar ainda mais a desigualdade social. Esse último cenário aponta para uma separação clara, um abismo biológico, entre ultra-aptos e inaptos, se o princípio eugenista que dá sustentação à demanda crescente por aprimoramento técnico do corpo conseguir vencer as pressões contrárias e garantir um ambiente legal favorável à desregulamentação do setor.

Em décadas recentes, devido em parte ao declínio do eugenismo clássico, em parte ao avanço contínuo de inovações que aumentaram a disponibilidade técnica dos constituintes fundamentais do corpo humano, surgiu um movimento que parte de princípios eugênicos: o transumanismo. O transumanismo surge de dentro de um movimento filosófico-cultural intitulado pós-humanismo, que analisa a possibilidade de superar a condição humana por meios técnicos.

O termo “pós-humanismo” diz respeito não a um, mas a vários movimentos. Primeiramente, há o pós-humanismo referente ao declínio do humanismo tradicional, como apontado por Sloterdijk (2000) a partir de uma leitura da “carta sobre o humanismo” de Heidegger (1987). Não é desse pós-humanismo que aqui tratamos. O pós-humanismo de que falamos é aquele que apresenta e analisa um cenário especulativo onde a humanidade, no todo ou em parte, direciona-se para fora da condição humana por conta de inovações tecnocientíficas que garantiriam, por exemplo, o fim das doenças, do envelhecimento e da própria morte, com a transposição da mente humana para clones ou para corpos robóticos. Segundo o crítico cultural Neil Badmington (2003), esse pós-humanismo é dividido em dois movimentos. Um cultural e um filosófico.

O movimento cultural, do qual faz parte pensadores como Haraway (2009), usa imagens referentes à superação do mero humano como metáfora para apontar a opressão política exercida contra certos grupos. Ele tem forte cunho anti-anthropocêntrico, com grande penetração entre os militantes da causa animal. O movimento filosófico, por sua vez, é aquele que reflete seriamente sobre a possibilidade de inovações tecnocientíficas levarem a humanidade para além do mero humano. Este trabalho analisa apenas esse último movimento, uma vez que partem dele os discursos sobre as aplicações das inovações tecnocientíficas à saúde humana.

Entre os preceitos desse pós-humanismo ascendente, o principal seria sua nova compreensão do corpo, não como destino, mas sim como prótese, uma interface de carne a conectar a mente ao ambiente (Novais, 2003). Trata-se menos de ser um corpo, e mais de ter um corpo. Com isso,

a fronteira entre a natureza que ‘somos’ e a disposição orgânica que ‘damos’ a nós mesmos acaba se desvanecendo (Habermas, 2010, p. 17).

Essa dicotomia – ser um corpo x ter um corpo – é, como apontam Berger e Luckmann (1997) inerente à condição humana. Mas a possibilidade de otimizar o funcionamento dos constituintes do corpo para garantir vantagens competitivas em um mercado de concorrência acirrada, seguindo uma estratégia de cunho empresarial, é algo recente. É o resultado do encontro entre a disponibilidade técnica sobre os constituintes do corpo e a pressão social para adequar-se a padrões cada vez mais elevados. Esse ambiente favorável só surgiu no século XX com os avanços tecnocientíficos de estudos que trabalhavam com porções do real cada vez mais diminutas, até chegar à manipulação atômica de precisão inédita com as nanotecnologias, e o advento do capitalismo pós-industrial globalizado, que acelerou o ciclo de vida das inovações e a necessidade de contínua atualização da mão de obra em nome da empregabilidade. Com isso, as modificações técnicas do funcionamento do corpo tornaram-se cada vez mais usuais, particularmente as de caráter farmacológico, com estudantes e trabalhadores consumindo estimulantes diversos para melhorar o desempenho de suas funções cotidianas e calmantes para combater a insônia trazida pelo uso desses estimulantes (Barros & Ortega, 2011).

Dentre os pós-humanistas, destacam-se os representantes de uma corrente de pensamento chamada *transumanismo*, muitas vezes vista como rival do pós-humanismo, mas que nesse trabalho trato como sub-grupo deste. O transumanismo basicamente assume a posição de Sloterdijk em *Regras para o Parque Humano*, ainda que seja anterior ao livro, e defende que as inovações tecnocientíficas seriam a única forma comprovadamente eficaz de realizar o desejo humanista de transportar o ser humano para além de suas determinações naturais:

Se o desenvolvimento a longo prazo também conduzirá a uma reforma genética das características da espécie – se uma antropotecnologia futura avançará até um planejamento explícito de características, se o gênero humano poderá levar a cabo uma comutação do fatalismo do nascimento opcional e à seleção pré-natal – nestas perguntas, ainda que de maneira obscura e incerta, começa a abrir-se à nossa frente o horizonte evolutivo (Sloterdijk, 2000, p. 47).

Para os transumanistas, não basta cultivar o espírito humano através da educação, como queriam os antigos humanistas; é preciso conduzir artificialmente a evolução da espécie. O nome “transumanismo” deriva do termo trans-humano, que corresponderia a uma etapa entre o humano e o pós-humano (Bostrom, 2003), um momento de transição entre o humano natural e o que nossa espécie estaria, segundo esses autores, destinada a ser. Para alguns, a humanidade atual, na medida em que domina certas inovações tecnocientíficas que a permitem interagir com máquinas e assumir o

controle do destino genético dos descendentes, já seria trans-humana (Hook, 2004).

Lecourt (2005) chama os transumanistas de “tecno-profetas” e suas ideias de “tecnoteologia” por conta de seu fervor similar ao religioso e do tom não apenas premonitório, mas mesmo messiânico de seus escritos. O transumanismo seria uma forma de milenarismo tecnocientífico, a pregar a chegada de um ponto de ruptura com toda a história anterior, que levaria à ascensão de uma nova forma de sociedade, uma tecno-utopia livre de sofrimento e morte. O exato oposto dos transumanistas, para Lecourt, seria os “biocatastrofistas”, que, calcados em uma tecnofobia acentuada, rejeitariam a técnica moderna em sua própria essência, acreditando que ela conduziria a humanidade à sua destruição. Contra essas duas posições, Lecourt defende o moderamento em nome de um debate mais frutífero.

De acordo com as previsões dos transumanistas, em algum ponto do século XXI a “convergência tecnológica” – a aproximação de tecnociências diferentes, através das nanotecnologias, levando a uma aceleração inédita das inovações por conta da contribuição mútua entre as áreas, cuja iminência é apontada por diversos autores em nada ligados ao transumanismo, como os co-autores do relatório editado por Rocco e Brainbrige (2002) – daria origem ao evento que Vernor Vinge (2003), em palestra realizada em março de 1993, chamou de “singularidade tecnológica”. Essa singularidade seria o momento em que a convergência levaria a um avanço tão acelerado das tecnociências associadas ao aprimoramento humano que isso resultaria na libertação humana das determinações corporais que sempre subjugarão a humanidade e que eram tidas, até recentemente, como inescapáveis.

As nanotecnologias, por conta de seu caráter transdisciplinar e por abrir novos campos à investigação científica e, conseqüentemente, à disponibilidade técnica, seriam, como dito, a chave para essa explosiva convergência. As nanotecnologias têm agido como catalisador das demais tecnologias, sendo apontadas como as principais responsáveis pela iminente convergência tecnológica e por avanços consideráveis em várias áreas. As promessas que as cercam, porém, são tamanhas que geram significativa euforia. Como aponta Pat Mooney (2002, p. 87):

se a nanotecnologia alcançar os objetivos mencionados por seus defensores, este complexo de tecnologias novas mudará o mundo mais do que qualquer outro avanço tecnológico anterior, incluindo a biotecnologia.

De acordo com os transumanistas, os avanços na robótica e na bioengenharia que as nanotecnologias têm possibilitado culminariam na criação de espécies inteligentes oriundas da atual humanidade, mas que já não poderiam ser classificadas como tais, constituindo assim uma “pós-humanidade” (Hook, 2004). Antes de os pós-humanos supostamente herdarem o planeta, os seres humanos se afastariam gradualmente de sua humanidade original, ficando em um estado comumente referido como “transumanidade”, apresentando-se assim como uma humanidade transitória. Esse esquema em parte deriva da famosa metáfora nietzscheana da ponte para o *übermensch*, sendo entendido esse “além-do-humano” em termos antropotécnicos, como

uma espécie aprimorada (Sloterdijk, 2000).

Muitos autores transumanistas justificam sua ânsia pelo pós-humano pela sugestão de que a humanidade, como a conhecemos, seria uma espécie ultrapassada. Essa percepção está na base de trabalhos de artistas performáticos transumanistas, como Stelarc, Neil Harbisson e Kevin Warwick, sendo esse último um engenheiro que apresenta suas inovações em cibernética na forma de performances. A robótica, turbinada pela nanotecnologia, seria capaz, para autores como Moravec (1992) e Kurzweil (2000), de construir intelectos artificiais superiores às melhores mentes humanas, mesmo as que porventura venham a ser aprimoradas.

Winner (2002), em crítica aos pressupostos do transumanista, transforma a afirmação em pergunta: “os humanos são obsoletos?”. Sua resposta é negativa. Para ele, o que os transumanistas dizem não pode ser considerado ciência porque não está embasado em evidências laboratorialmente colhidas e metodicamente analisadas. As inovações tecnocientíficas sugeridas pelos transumanistas seriam leituras bastante exageradas de avanços reais bem mais modestos. As conjecturas seriam, portanto, especulações vazias em torno de possibilidades remotas.

Diferentemente de Winner, alguns críticos do transumanismo levaram a sério as sugestões dos “tecnoprofetis”, mas, em vez de entusiasmarem-se com elas, assustaram-se. Um futuro em que robôs inteligentes dominam o mundo, de fato, não precisaria de nós, aponta o biocatastrofista Bill Joy (2000). Joy transforma em fobia a prudência apontada pela ética de Hans Jonas (2006) como essencial no trato com avanços tecnocientíficos.

Jonas parte do pressuposto de que certos riscos tecnológicos, independentemente dos potenciais benefícios, seriam em si inaceitáveis. Joy projeta um futuro em que o pior cenário possível do desenvolvimento das nanotecnologias se tornou realidade e defende, a partir disso, que seria preferível não avançar em certas áreas do conhecimento sob pena de pôr em risco a sobrevivência da espécie humana.

O cenário hipotético apontado por Joy, chamado “grey goo”, parte da pressuposição de que robôs autorreplicantes em escala nanoscópica poderiam sair do controle e, seguindo sua programação principal, construir novos robôs utilizando a matéria disponível. Com isso, teríamos uma praga incontável que transformaria toda a matéria do planeta em um tempo indeterminado. O cenário hipotético do “grey goo” foi primeiro proposto, de modo superficial, por Drexler (1986). Convém lembrar que não havia nanorrobôs nem quando Drexler concebeu o “grey goo” nem quando Joy o analisou. Somente há poucos anos foram desenvolvidos os primeiros nanorrobôs, mas eles ainda não saíram dos laboratórios e mal conseguem cumprir sua função de transportar medicamentos pela corrente sanguínea até os tecidos infectados (Silva, Calazans & Premebida, 2013). A autorreplicação, algo muito mais difícil de ser aplicado, é uma possibilidade ainda remota.

Lebrun (1996, pp.475-476) chama essa posição de recusa dos avanços tecnocientíficos baseado no receio de riscos pressupostos de “pedagogia fóbica” por conta de seu incentivo à manutenção de um contínuo “medo indefinido”. Essa pedagogia fóbica estaria no cerne também das considerações de autores preocupados com a manutenção da natureza humana, que apontam para o risco de perda da própria noção de humanidade pela cisão entre

super-humanos tecnicamente aprimorados e sub-humanos sem acesso nem aos recursos indispensáveis à plena realização de suas capacidades. Em outras palavras, no risco de que a desigualdade econômica logo se transforme em uma desigualdade biológica abismal. É o caso de Fukuyama (2003, p.23), para quem:

A igualdade política cultuada pela Declaração da Independência [dos Estados Unidos] repousa no fato empírico da igualdade humana natural. Diferimos enormemente como indivíduos e por cultura, mas partilhamos uma humanidade comum que permite a todo ser humano se comunicar potencialmente com os demais seres humanos no planeta e entrar numa relação moral com eles.

Haveria, assim, uma igualdade natural da espécie, ainda que com uma significativa diversidade, que Fukuyama trata como desvio padrão de uma norma apontável. A possibilidade de romper essa igualdade natural, através de um melhoramento artificial e, até mesmo, da construção de seres humanos muito abaixo da média, é o que o assusta. Para conter essa ameaça, Fukuyama advoga o uso do poder do Estado para regular a biotecnologia. Ele cita o abuso da prescrição de Prozac para pessoas melancólicas e do Ritalin para crianças agitadas, para mostrar como a neurofarmacologia, campo híbrido que mescla neurociência e farmacologia, turbinadas pelas nanotecnologias, patologizaria deliberadamente emoções e comportamentos antes tomados como usuais, para oferecer tratamentos para novas doenças por meio de drogas que dependem do reconhecimento das novas doenças para

serem legalizadas. A genética tornaria possível essa manipulação num nível ainda maior, com consequências mais severas.

Se pais abastados se virem subitamente diante da oportunidade de aumentar a inteligência de seus filhos, assim como a de todos os seus descendentes, teremos os ingredientes não apenas de um dilema moral, mas de uma guerra de classes total (Fukuyama, *op.cit.*, p.29).

A noção de “natureza humana”, base da argumentação não somente de Fukuyama, mas também de Habermas (2010), não é aceita por diversos autores. A preferência usual é pelo termo “condição humana”. Um dos mais importantes detratores da ideia de natureza humana foi Jean-Paul Sartre, cujo existencialismo partia do princípio de que o ser humano se define somente pelos seus atos, em vez de agir a partir de uma essência que lhe seria inerente. Não haveria natureza humana, porque não haveria uma essência intrínseca, isto é, uma instância prévia que regularia as escolhas. A existência é que construiria a essência, não o contrário. Haveria, isso sim, uma “condição humana”, porque existiriam limites *a priori* a estabelecer nossa situação no mundo e a determinar o alcance de nossas ações. Os humanos não são, para Sartre, senão, “uma série de empreendimentos, a soma, a organização, o conjunto das relações que constituem essas empreitadas” (Sartre, 2010, p. 43). A única universalidade humana possível, portanto, seria aquela construída pelo indivíduo ao escolher ser quem é.

Numa visão bastante diferente, sem o medo do fim da natureza humana ou mesmo a negação de sua existência, Santaella (2003) se limita a tratar a “cultura pós-humana” como uma vindoura etapa que se insinuaria durante a cultura digital e a substituiria como face mais avançada das comunicações no Ocidente. A cibercultura, ou cultura digital, que estamos vivendo desde a ascensão da rede mundial de computadores, seria assim uma fase intermediária entre a explosão das telecomunicações, que teve seu auge em meados do século XX, e as modificações corporais extremas a partir da disponibilização comercial de inovações tecnocientíficas nas áreas médicas, apontadas pelas tecnologias “do pós-humano”.

Por cultura pós-humana, Santaella compreende, portanto, uma nova fase marcada pelo impacto cultural de certas mudanças no corpo humano advindas das novas tecnologias, que guarda muitos paralelos com a cibercultura, mas que a ultrapassa. A possibilidade de curar o envelhecimento, de eliminar doenças genéticas, de ampliar as capacidades inatas da espécie, de transplantar a consciência para o ciberespaço ou para um androide, de mesclar máquinas a nosso corpo, entre outras, apontaria para a possibilidade primordial de superar a condição humana como a conhecemos, dando início ao que ela chama de existência pós-humana (Bostrom, 2003). Em outras palavras, o “pós-humano” seria o resultado direto do aprofundamento da mercantilização da vida humana. Com uma disponibilização tecnoeconômica cada vez mais corrente dos constituintes fundamentais do corpo humano, cada comprador com recursos suficientes poderia remontar-se de acordo com sua necessidade – venha essa necessidade “do estômago ou da imaginação”, como diria Marx (1980), ou seja, de pressões econômicas ou identitárias.

Essa perspectiva tem muito de especulativa, sem dúvida. Não há como saber quais das inovações tecnocientíficas necessárias para que tal cenário se realize de fato estarão disponíveis em um futuro próximo, mas é razoável não considerar todas essas questões como mera retórica de ficção científica. Como lembra Mooney (2002, p. 88),

enquanto antigamente era cientificamente imprudente especular sobre o que se poderia inventar, hoje é cientificamente imprudente supor que algo não possa ser inventado.

Ainda que não estejamos propriamente nos direcionando para fora de nossa natureza ou condição fundamental, estamos de fato sendo alterados – mesmo que sutilmente – pelas inovações tecnocientíficas que nos cercam. Particularmente por nossa interação com as máquinas. Como aponta Castells (2006, p.69):

A integração crescente entre mentes e máquinas, inclusive a máquina de DNA, está anulando o que Bruce Mazlish chama de a ‘quarta descontinuidade’ (aquela entre seres humanos e máquinas), alterando fundamentalmente o modo pelo qual nascemos, vivemos, aprendemos, trabalhamos, produzimos, consumimos, sonhamos, lutamos ou morremos.

É preciso ter em mente também que grande parte do investimento na convergência tecnológica, isto é, no desenvolvimento confluyente de nanotecnologias, biotecnologias, tecnologias da informação e neurociência (a *bang theory* citada por Martins, 2007), vem dos militares, particularmente nos Estados Unidos (Quaresma, 2010, p.89). O discurso empregado para justificar essas despesas é a de que o uso dessas inovações tecnocientíficas objetiva poupar a vida de muitos soldados em batalha, com os robôs, que supostamente substituirão os humanos, fazendo da guerra uma “partida de xadrez” para decidir quem é tecnicamente mais avançado (Shimizu, 2006, p. 42).

As inovações tecnocientíficas disponíveis atualmente já permitem que o corpo humano seja geneticamente aprimorado (Suter, 2009) ou mesclado a máquinas simbioticamente (Nicolelis, 2011). Alguns esperam que elas sejam capazes de retirar a mente de seu corpo para inseri-la em outro corpo ou mesmo para garantir a ela uma forma de existência pós-corpórea (Calazans, 2011). O anseio por tal forma de existência, contudo, já está presente.

O neurocientista brasileiro, Miguel Nicolelis, professor da Duke University e respeitada autoridade em sua área de atuação, escreveu, no livro *Muito Além do Nosso Eu*, uma série de promessas quanto ao futuro de seu campo de estudo. Entre elas, a possibilidade de mesclar mentes humanas em uma rede informacional semelhante à internet:

Por apenas um momento, imagine viver num mundo onde as pessoas usam seus computadores, dirigem seus carros e se comunicam umas com as outras simplesmente por meio do pensamento. Sem necessidade de usar teclados complicados e lentos ou direções hidráulicas. Sem precisar contar com movimentos corporais ou imperfeições da linguagem falada para expressar cada uma de nossas verdadeiras intenções e pensamentos.

Nesse mundo novo, centrado apenas no poder dos relâmpagos cerebrais, nossas habilidades motoras, perceptuais e cognitivas se estenderão ao ponto em que pensamentos humanos poderão ser traduzidos eficiente e acuradamente em comandos motores capazes de controlar tanto a precisa operação de uma nanoferramenta como manobras complexas de um sofisticado robô industrial. Nesse futuro, sentado na varanda de sua casa de praia, de frente para o seu oceano favorito, você um dia poderá conversar com uma multidão, fisicamente localizada em qualquer parte do planeta, por meio de uma nova versão da internet (a “*brainet*”), sem a necessidade de digitar ou pronunciar uma única palavra. Nenhuma contração muscular envolvida. Somente através do seu pensamento (Nicolelis, 2011, p. 25).

Nicolelis inaugurou e comanda o Instituto Internacional de Neurociências em Natal, capital do Rio Grande do Norte, que está integrado a uma rede de pesquisas em neurociência que tem por objetivo desenvolver próteses mecatrônicas conectadas ao cérebro, capazes de devolver os movimentos a pessoas portadoras de certos tipos de paralisia⁷². Seu laboratório exibiu um exoesqueleto funcional, conectado ao sistema nervoso do paciente, na ceri-

72 Nicolelis não é o único no Brasil a desenvolver exoesqueletos funcionais. O sociólogo clínico Gilson Lima também desenvolve pesquisas com exoesqueletos funcionais, mas seus exoesqueletos são mecânicos, não mecatrônicos, isto é, eles não são conectados a estruturas robóticas, valendo-se apenas de comandos motores do corpo para funcionar. Para saber mais sobre as pesquisas de Gilson Lima, ver o resumo de seu trabalho que ele mesmo realiza em seu blog: <http://glolima.blogspot.com.br/2010/04/exoesqueleto-ciencia-caminha-para-o.html>, acessado em 12 de julho de 2014.

mônia de abertura da Copa do Mundo de 2014, que ocorreu no Brasil⁷³. Em seu livro, Nicolelis deixa claro que seu trabalho tem também a pretensão de contribuir para a realização do anseio gnóstico transumanista de separar a mente do cérebro. Há nesse anseio um desprezo pelo corpo que tem suas raízes justamente na tradição gnóstica original, que trata o corpo como prisão do espírito (Krueger, 2005). Os pensadores transumanistas que anseiam pela libertação da mente diante da opressão do corpo seriam “tecnognósticos”.

Diante do desprezo pelo corpo vindo dos que desejam a comunhão definitiva com a máquina, alguns pensadores reagem afirmando a relevância fundamental do corpo, apontando nele uma importância que lhe vem sendo negada há séculos entre os principais filósofos do Ocidente. Serres (2004), por exemplo, ressalta a indissociabilidade entre o corpo humano e sua mente ao afirmar que “o que nos distingue das máquinas é unicamente nossa carne divina; a inteligência humana se distingue da artificial apenas pelo corpo”. Dessa forma, para ele, o corpo não seria algo obsoleto; pelo contrário, o corpo é o que nos impediria de nos tornarmos nós mesmos obsoletos, uma vez reduzidos à condição de máquinas incorpóreas.

Outro autor a reforçar a indissociabilidade corpo-mente é John Searle. Segundo ele, seria infundada qualquer pretensão de separar a mente do corpo, porque o cérebro seria condição indispensável para a consciência, dessa forma o corpo (ainda que apenas parte dele) seria responsável direto pela mente, e não apenas uma capa que lhe garantiria materialidade. “A consciência está presente em todas as partes do cérebro onde a atividade

73 Sobre o pontapé inicial dado por um paraplégico, vide <http://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/redacao/2014/06/12/paraplegico-anda-com-exoesqueleto-de-nicolelis-e-da-chute-na-copa.htm>, acessado em 13 de junho de 2014.

neuronal a cria e realiza” (Searle, 2007, p.60). Sendo assim, estaríamos impossibilitados de seguir o que, para os “tecnognósticos”, seria “nosso inevitável destino” (Krueger, 2005). A mente jamais poderia abandonar o corpo. Pelo menos não o cérebro.

Uma das críticas aos transumanistas que desprezam o corpo é que suas concepções do corpo estão contaminadas por suas concepções das máquinas, de modo que se torna esperado que vejam o corpo como uma forma de máquina. Seu pensamento seria o resultado da penetração da racionalidade técnica no plano do pensamento especulativo, sendo dessa forma uma derivação do aumento da disponibilidade técnica do mundo, particularmente da disponibilidade técnica da vida humana em forma de disponibilidade econômica. Como aponta Rüdiger (2007, p.10):

Conforme os estudiosos do fenômeno têm observado, o pós-humano significa (...) muito mais do que dispor de próteses acopladas ao corpo: significa nos ver como máquinas processadoras de informação, significa nossa subjugação ao pensamento tecnológico da atualidade, o pensamento cibernético.

O transumanismo compreende o corpo como um produto a ser melhorado ou descartado. Em outras palavras, compreende o corpo como mercadoria, ou antes como um depósito de mercadorias. Se antes a indisponibilidade técnica da manipulação dos elementos constitutivos do corpo limitava

a mercantilização do corpo à alienação de seu uso mediante uma troca comercial, como se vê no caso da prostituição, da escravidão e da contratação de mercenários, por exemplo, com os transumanistas o corpo passa a ser visto como uma propriedade da alma que o habita, podendo ser aprimorado ou substituído conforme o interesse do proprietário (Badmington, 2003). Na medida em que é propriedade, é uma mercadoria, similar a uma máquina na sua possibilidade de ser atualizada e customizada quando necessário, ou mesmo substituída se obsoleta (Rüdiger, 2007).

Nesse ponto há um paralelo com a percepção neoliberal do trabalhador como uma máquina que produz novos recursos a partir de recursos prévios (López-Ruiz, 2008), sejam esses recursos prévios o seu patrimônio genético cada vez mais passível de ser manipulado tecnicamente ou sua educação e sua rede de contatos. Na medida em que, no novo cenário de interação entre tecnociências e economia após a Segunda Guerra Mundial, quase tudo que é possibilitado tecnicamente torna-se logo disponível comercialmente, o controle técnico sobre o corpo leva a um novo estatuto social do corpo, visto agora como um potencial bem de consumo, ou como um complexo de bens de consumo.

As especulações dos transumanistas, por mais que clarifiquem certas questões ideológicas de fundo, estão apenas em parte conectadas às inovações tecnocientíficas já existentes. As possibilidades apontadas por esses analistas, não sem certa euforia, são tratadas por parte da comunidade científica como nada mais do que “tecno-hipérboles”, isto é, exageros imaginários em relação às verdadeiras possibilidades das tecnociências. Como bem aponta Winner (2002, p.27):

Enquanto muitos cientistas e tecnólogos que atuam em biotecnologia, inteligência artificial, robótica, simbiose homem-máquina, e campos similares satisfazem-se com descrições modestas de seu trabalho, cada um desses campos tem gerado nos últimos tempos autoproclamados futuristas visionários, a apresentar imagens muito mais exóticas do que está em jogo – mudanças vastas, de impacto global, que se apresentam como iminentes. Coloridos o bastante para serem atraentes para a mídia de massa, os campeões do pós-humanismo surgiram como relevantes publicitários para os seus campos científicos, aparecendo nas listas de mais vendidos, assim como programas de entrevista no rádio e na televisão, para anunciar uma era de transformações surpreendentes.

As especulações, contudo, não ocorrem à revelia dos cientistas, mas geralmente em favor deles. Os cientistas dependem do estímulo do imaginário esperançoso para fomentar a demanda prévia pelos produtos que venham a desenvolver. Por outro lado, os militantes de causas contrárias aos interesses dos investidores usam de meios semelhantes para suscitar os meios públicos. O que ocorre, portanto, principalmente através dos meios de comunicação de massa, é uma batalha pelo imaginário. E, através desse imaginário, uma batalha pela confiança do público, que pode facilitar o domínio sobre as leis referentes a essa questão. Essa confiança é fundamental para o funcionamento das sociedades complexas, em que há um excesso de relações sociais mediadas tecnicamente, como aponta Giddens (1991, p.77):

Uma parte básica de meu argumento será a de que a natureza das instituições modernas está profundamente ligada ao mecanismo da confiança em sistemas abstratos, especialmente confiança em sistemas peritos. Em condições de modernidade, o futuro está sempre aberto, não apenas em termos da contingência comum das coisas, mas em termos da reflexividade do conhecimento em relação ao qual as práticas sociais são organizadas. Este caráter contrafactual, orientado para o futuro, da modernidade é amplamente estruturado pela confiança conferida aos sistemas abstratos — que pela sua própria natureza é filtrada pela confiabilidade da perícia estabelecida. É extremamente importante deixar claro o que isto envolve. A fidedignidade conferida pelos atores leigos aos sistemas peritos não é apenas uma questão — como era normalmente o caso no mundo pré-moderno — de gerar uma sensação de segurança a respeito de um universo de eventos independentemente dado. É uma questão de cálculo de vantagem e risco em circunstâncias onde o conhecimento perito simplesmente não proporciona esse cálculo, mas, na verdade, cria (ou reproduz) o universo de eventos, como resultado da contínua implementação reflexiva desse próprio conhecimento.

O imaginário, ao contrário do que aparenta, não é de todo irracional. Ele é alógico, isto é, ele não se limita às regras do raciocínio convencional. Ainda assim, ele não é caótico, mas sim, como aponta Wunenburger (2007, p.27), “obedece a estruturas e conhece uma história marcada por um jogo sutil de constantes e de variações no tempo”.

O imaginário é parte do que Morin chama de *noosfera*, a esfera das ideias. A partir de uma leitura da divisão do mundo humano em três reinos, feita pelo filósofo da ciência Karl Popper, ele estabelece que o reino das ideias, a noosfera, possuiria tanta realidade quanto o das coisas materiais, cujo estudo competiria à física, e dos seres vivos, cujo estudo competiria à biologia (Morin, 1991, p.97).

A noosfera seria habitada por crenças, mitos, símbolos – em outras palavras, todos os elementos constituintes da cultura. O imaginário, como parte fundamental da noosfera, teria um papel essencial na formação e transformação das culturas. Na medida em que é complexo, e torna-se mais complexo com a globalização e as redes telemáticas, ele seria dialógico, recursivo e hologramático. Dialógico por comportar uma tensão permanente entre elementos reais e elementos irrealis. Hologramático na medida em que cada um de seus elementos constitutivos está associado a uma cosmovisão que os organiza em um todo coerente. Recursivo porque responde a demandas culturais e produz outras demandas, continuamente.

O imaginário transumanista pode ser visto como uma forma contemporânea de enfrentamento simbólico da finitude. Os mitos da panaceia (cura de todos os males), da juventude eterna e da imortalidade ganham novas leituras numa era em que as promessas das nanotecnologias oferecem uma nova esperança na luta contra a morte. Como diz Felinto (2006, p.116): “Toda tecnologia, mais que simples artefato material, é um depósito de sonhos, fantasias e expectativas sociais”. Toda tecnociência traz em si os germes do imaginário, que nela deposita certas esperanças compartilhadas.

A mercantilização da vida humana é hoje vendida embrulhada nas esperanças transumanistas. Convém entender para onde seus defensores sugerem que esse processo está nos levando e para onde ele de fato está. Como lembra Castells (2006), não há determinismo tecnológico que estabeleça um único rumo possível. Do mesmo modo, não há determinismo econômico que imponha que tudo que se torna tecnicamente possível necessariamente deva ser economicamente disponível.

Como sugere Habermas (2010), o que é tecnicamente acessível pode tornar-se legalmente inacessível. As leis podem restringir ou vedar certos usos das inovações tecnocientíficas. No entanto, é a rejeição dos consumidores, alimentada por idiosincrasias culturais, que tem a maior eficiência em barrar o comércio de um produto, uma vez que ela leva a sua inviabilização comercial, que é um impedimento mais forte à mercantilização do que as restrições legais. Nos dois casos, porém, fica claro que a sociedade civil organizada detém algum controle sobre os rumos das inovações tecnocientíficas e pode exercê-lo indiretamente, através de pressão sobre seus representantes legais, ou diretamente, através de boicotes. O rumo da mercantilização da vida humana não está determinado.

CONCLUSÃO

No presente trabalho, defendemos que não se pode compreender adequadamente as consequências sociais do avanço tecnológico sem levar em consideração as transformações estruturais do capitalismo, uma vez que as tecnociências e o capital têm seus desenvolvimentos historicamente atrelados.

Procuramos analisar algumas questões suscitadas pelos avanços mais recentes das nanotecnologias. O assunto, no entanto, não está nem de longe esgotado. Muito ficou para ser aprofundado. Não apenas as nanotecnologias, mas as tecnociências como um todo, e as inovações tecnocientíficas especialmente, são temas relevantes para análises sociológicas. Os cientistas que costumam lidar com esses temas nem sempre têm o devido aparato teórico-metodológico para lidar com as consequências sociais de suas ações. Eles produzem inovação, mas são muitas vezes incapazes de verdadeiramente refletir a respeito do impacto social dessas inovações.

O reconhecimento da intrínseca complexidade do real aponta inevitavelmente para a predominância da incompletude e da incerteza. Tal cenário demanda uma aproximação cautelosa dos fenômenos e desestimula leituras levianas dos riscos potenciais de alterações significativas em nossa relação com o mundo. A prudência deveria marcar os avanços tecnológicos, uma vez que os riscos são elevados e conhecidos. Porém, a concorrência acirrada do modo de produção capitalista aumenta a velocidade padrão das inovações – o que impede ou, no mínimo, posterga indefinidamente os devidos cuidados.

Nossa hipótese inicial era de que o processo de mercantilização das inovações era inexorável. Essa hipótese foi negada durante a elaboração do trabalho. A análise do corpus documental deixou claro que a disponibilidade

técnica do mundo não se transforma inevitavelmente em mercantilização do mundo. Há limitações de ordem econômica e de ordem política que podem inviabilizar, restringir ou jogar na clandestinidade um nicho de mercado que surge ou se amplia a partir de uma inovação tecnológica. A pressão da sociedade civil, organizada na forma de sindicatos, associações, ONGs ou partidos políticos, pode controlar ou mesmo extinguir mercantilizações indesejadas.

É comum que os grupos interessados em transformar as inovações em bens negociáveis com o mínimo de intervenção estatal tratem a questão como se o processo de mercantilização de inovações fosse inevitável, apontando a globalização da economia como entrave aos projetos de regulação, uma vez que, se a produção se tornasse inviável em um país, ainda assim ela seguiria ocorrendo em países com menor controle sobre as empresas. No entanto, regulações internacionais possuem uma eficácia considerável, podendo servir de entrave incontornável à mercantilização. Do mesmo modo, a rejeição dos consumidores pode retirar a demanda mínima necessária para garantir o sucesso comercial do produto. Assim, a mercantilização não é inevitável. Uma mobilização política eficaz pode desacelerar o processo de modo a permitir uma análise do interesse público da disponibilização de determinada porção do mundo como bem comercializável. Não há inevitabilidade nesse processo.

O princípio da precaução, formulado pelo eticista Hans Jonas e posteriormente reformulado por outros autores, está na base dos textos que pedem mais regulamentação das novas tecnologias. Segundo a versão mais difundida desse princípio, seria preciso, diante de uma nova tecnologia, garantir que se tomasse primeiro conhecimento dos riscos e de como evitá-los para só depois disponibilizá-la no mercado. Em outras palavras, é preciso

testar a segurança dos produtos à exaustão para só depois permitir que sejam produzidos em larga escala.

A formulação original do princípio de precaução era mais restritiva, não levando em conta o cálculo risco x benefício, assumindo que qualquer risco significativo seria motivo para impedir a produção dessas mercadorias. Nas formulações corriqueiras do princípio, contudo, leva-se em conta a compensação dos benefícios. É possível, portanto, contrapor-se a uma nova tecnologia, através desse princípio, de duas formas: enfatizando os riscos ou minimizando os benefícios.

A divisão entre os favoráveis a uma menor regulamentação do setor e os favoráveis a uma maior regulamentação do setor é uma disputa de temporalidades associada diretamente a posições contrárias na balança riscos x benefícios. Aqueles que ficam prioritariamente com os benefícios, particularmente os investidores e os pesquisadores da área, estão no polo dos que defendem menor regulamentação, porque menor regulamentação significa para eles maior controle, maior espaço de manobra, e isso os coloca em vantagem ante os concorrentes mais regulados. Por outro lado, aqueles que ficam prioritariamente com os riscos, particularmente os trabalhadores e os consumidores, estão entre os que defendem uma maior regulamentação, porque maior regulamentação significa para eles maior controle.

As novas compreensões científicas sobre os elementos constituintes de nossa humanidade e consequentes novas formas de manipulação de nossas possibilidades naturais apontam para o risco de uma revisão do modo como lidamos uns com os outros. Em uma sociedade preocupada em manter um modelo econômico que exclui de modo inevitável uma parcela significativa da população mundial e em lidar com esses excluídos de um modo que

gere mais benefícios para aqueles que estão integrados à lógica do sistema e garantir que haja sempre mão de obra barata para serviços desagradáveis, a disponibilidade técnica sobre genes, hormônios e neurônios, que pode ser usada para gerar novas formas de desigualdade ou para intensificar as desigualdades existentes, faz acender um sinal de alerta.

REFERÊNCIAS

ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial). **Cartilha sobre Nanotecnologia**. Campinas: Editora Unicamp. 2011. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Estudo/Cartilha%20nanotecnologia.pdf>, acessado em 22 de junho de 2014.

ADORNO, T. & HORKHEIMER, M. **A Dialética do Esclarecimento**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar. 1985.

AGAMBEN, G. **Homo Sacer – O poder soberano e a vida nua I**. Belo Horizonte: UFMG. 2002.

ALKILANY, A. M. & MURPHY, C. J. **Toxicity and cellular uptake of gold nanoparticles: what we have learned so far?** In: Journal of Nanoparticle Research. September 2010, Volume 12, Issue 7, pp 2313-2333. Disponível em: <http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11051-010-9911-8.pdf>, acessado em 21 de junho de 2014.

ARENDT, H. **Origens do Totalitarismo**. São Paulo: Companhia das Letras. 1989.

ARNOLD, P. **History of Genetics: Genetic Engineering Timeline**. 2009. Em: <http://www.brighthub.com/science/genetics/articles/21983.aspx>, acessado em 12 de junho de 2014.

BADMINGTON, N. **Theorizing Posthumanism**. In: Cultural Critique – 53. Winter 2003. pp. 10-27. University of Minesota Press. Disponível em: http://muse.jhu.edu/login?uri=/journals/cultural_critique/v053/53.1badmington.html, acessado

em 12 de março de 2012.

BARIL, M. B *et al.* **Nanotecnologia aplicada aos cosméticos.** In: Visão Acadêmica, Curitiba, v.13, n.1, Janeiro – Março/2012 – ISSN 1518-5192.

BARROS, D. & ORTEGA, F. **Metilfenidato e aprimoramento cognitivo farmacológico: representações sociais de universitários.** In: *Saude soc.* [online]. 2011, vol.20, n.2, pp. 350-362. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v20n2/08.pdf>, acessado em 15 de junho de 2014.

BAUDRILLARD, J. **A Sociedade de Consumo.** Lisboa: Edições 70. 1995.

BAUMAN, Z. **Globalização: as consequências humanas.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar. 1999a.

_____. **Modernidade e Ambivalência.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar. 1999b.

_____. **Modernidade Líquida.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar. 2001.

BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica.** 3ª ed. Florianópolis: Ed. UFSC. 2011.

BECK, U. **Sociedade de Risco - Rumo a uma outra modernidade.** São Paulo: Editora 34. 2010.

BERGER, P. & LUCKMANN, T. **A Construção Social da Realidade: Tratado de Sociologia do Conhecimento.** 14ªed. Petrópolis: Vozes.

1997.

BERMAN, M. **Tudo que é sólido desmancha no ar: a aventura da modernidade.** São Paulo: Companhia das letras. 1997.

BHOWMIK, D. et al. In: **Role of Nanotechnology in novel drug delivery system.** In: Journal of Pharmaceutical Science and Technology Vol 1(1), 2009, 20-35.

BLOOR, D. **Conhecimento e Imaginário Social.** São Paulo: Unesp, 2009.

BOSTROM, N. The **Transhumanist FAQ – A General Introduction.** Version 2.1. 2003. Disponível no site <http://www.transhumanism.org/resources/FAQv21.pdf>, acessado em 11 de março de 2012.

BRÜSEKE, F. **A modernidade técnica: Contingência, irracionalidade e possibilidade.** Florianópolis: UFSC: 2010.

BURKE, C. S. & CASTANEDA, C. J. **The Public and Private History of Eugenics: An Introduction.** In: The Public Historian, Vol. 29, No. 3, pp. 5–17 (Summer 2007). ISSN: 0272-3433, electronic ISSN 1533-8576.

CALAZANS, D. **Condição Pós-Humana como Condição Pós-Corpórea.** In: Revista Tomo. Nº 9. jul-dez. 2011. ISSN: 1517-4549. Disponível em: <http://www.seer.ufs.br/index.php/tomo/article/view/812/709>, acessado em 15 de junho de 2014.

CAPONI, S. **A biopolítica da população e a experimentação com seres**

- humanos.** In: Revista Ciência e Saúde Coletiva, 9(2):445-455. 2004.
- CASTELLS, M. **A Sociedade em Rede.** 9ª ed. São Paulo: Paz e Terra. 2006.
- CHEN, C. J. **Introduction to Scanning Tunneling Microscopy.** Oxford University Press. 2nd ed. 2008. Disponível em: http://www.columbia.edu/~jcc2161/documents/STM_2ed.pdf, acessado em 20 de abril de 2013.
- CHEN, Y.-S. *et. al.* **Assessment of the In Vivo Toxicity of Gold Nanoparticles.** In: Nanoscale Res Lett (2009) 4:858–864. DOI 10.1007/s11671-009-9334-6. Em: <http://www.nanoscalereslett.com/content/pdf/1556-276X-4-858.pdf>, acessado em 22 de junho de 2014.
- CORRÊA, M. V. **O Admirável Projeto do Genoma Humano.** In: PHYSIS: Rev. Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, 12(2):277-299, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/physis/v12n2/a06v12n2>, acessado em 23 de abril de 2013.
- COWAN, R. S. **Women's Roles in the History of Amniocentesis and Chorionic Villi Sampling.** In: ROTHENBURG, K. & THOMSON, E. (ed.) *Women and Prenatal Testing: Facing the Challenges of Genetic Technology.* pp. 35–48. Columbus: Ohio State University Press, 1994. Disponível em: <http://www.ohiostatepress.org/books/Complete%20PDFs/Rothenberg%20Women/05.pdf>, acessado em 21 de junho de 2014.

CRUZ, B. P. A. **Boicote de Consumidores em Relação à Responsabilidade Social Corporativa: Proposições a partir do Contexto Brasileiro.** In: XXXV Encontro da Anpad. 2011. Disponível em: http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/EnANPAD/enanpad_2011/MKT/2011_MKT1299.pdf, acessado em 14 de março de 2014.

DAGNINO, R. **Ciência e Tecnologia no Brasil: o processo decisório e a comunidade de pesquisa.** Campinas: Unicamp. 2007.

DAUDT, R. M. et al. **A nanotecnologia como estratégia para o desenvolvimento de cosméticos.** Cienc. Cult. 2013, vol.65, n.3, pp. 28-31. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v65n3/a11v65n3.pdf>, acessado em 22 de abril de 2014.

DIAS, R. de B. **Sessenta Anos de Política Científica e Tecnológica no Brasil.** Campinas: Unicamp. 2012.

DIÁZ, A. **La Revolución Silenciosa – Biotecnología y Vida Cotidiana.** Buenos Aires: Capital Intelectual, 2010.

DIWAN, P. **Raça Pura: uma história da eugenia no Brasil e no mundo.** São Paulo: Contexto. 2007.

DREADEN, E. *et al.* **Size matters: gold nanoparticles in targeted cancer drug delivery.** In: Their Deliv. Abr. 2012. 3(4): 457-478. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3596176>, acesado em 12 de julho de 2014.

- EAGLETON, T. **Holy Terror**. New York: Oxford University Press. 2005.
- ENGELMANN, W. et al. **Nanotecnologias, Marcos Regulatórios e Direito Ambiental**. Curitiba: Honoris Causa. 2010.
- EUROPEAN COMISSION. **Some Figures about Nanotechnology R&D in Europe and Beyond**. European Commission, Res. DG, Dezembro de 2005.
- FELINTO, E. **O pós-humano incipiente: uma ficção comunicacional da cibercultura**. In: Intercom – Revista Brasileira de Ciências da Comunicação. São Paulo, v.29, n.2, p. 103-118, jul./dez. 2006. Disponível em: <http://www.portcom.intercom.org.br/ojs-2.3.1-2/index.php/revistaintercom/article/viewFile/215/208>, acessado em 22 de maio de 2012.
- FERNANDES, F. **Fundamentos Empíricos da Explicação Sociológica**. 3^a ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos. 1978.
- FEYERABEND, P. **Contra o Método**. Rio de Janeiro: Francisco Alves. 1989.
- FEYNMAN, R. **There's Plenty of Room in the Bottom: an invitation to enter a new field of physics**. In: GODDARD, III, W. et al. (ed.) Handbook of nanoscience, engineering, and technology. Boca Raton, Florida, EUA: CRC Press. 2007.
- FOLADORI, G. & INVERNIZZI, N. **Implicaciones sociales y ambientales del desarrollo de las nanotecnologias em América Latina y el**

Caribe. ReLANS (Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad). Zacatecas, México y Curitiba, Brasil. IPEN. 2012.

(coord.) **Implicaciones sociales de las nanotecnologías.** Zacatecas, México: Miguel Ángel Porrúa. 2006.

FOUCAULT, M. **Em Defesa da Sociedade.** São Paulo: Martins Fontes. 1999.

_____. **Nascimento da Biopolítica.** São Paulo: Martins Fontes. 2008.

FUKUYAMA, F. **Nosso futuro pós-humano: Consequências da Revolução da Biotecnologia.** Rio de Janeiro: Rocco. 2003.

GEORGE, S. **O Relatório Lugano: Sobre a Manutenção do Capitalismo no Século XXI.** São Paulo: Boitempo. 2002.

GIDDENS, A. **As consequências da modernidade.** São Paulo: Unesp, 1991.

GIRARD, R. **A violência e o sagrado.** 2ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1998.

GOFFMAN, E. **Estigma: Notas Sobre a Manipulação da identidade Deteriorada.** 4ª ed. RJ: LTC. 1988.

GOLDFARB, A. M. A. **Da alquimia à química.** São Paulo: Nova Stella: Edusp. 1987.

GOLLOP, T. R. **Aborto por Anomalia Fetal.** In: Revista Bioética. Vol. 2, No 1. 2009. Disponível em:

http://www.revistabioetica.cfm.org.br/index.php/revista_bioetica/article/viewFile/445/328, acessado em 15 de fevereiro de 2013.

GUAZZELLI, M.J. & PEREZ, J. **Nanotecnologia – a manipulação do invisível**. Porto Alegre: CV Artes Gráficas Ltda. 2009. Disponível em: <http://www.boell-latinoamerica.org/downloads/revistananotecnologia.pdf>, acessado em 22 de junho de 2014.

HABERMAS, J. **O Futuro da Natureza Humana: a Caminho de uma Eugenia Liberal?** 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes. 2010.

HARRAWAY, D. **Manifesto Ciborgue: Ciência, Tecnologia e Feminismo Socialista no Final do Século XX**. In: TADEU, T. *Antropologia do Ciborgue: As Vertigens do Pós-Humano*. Belo Horizonte: Autêntica Editora. 2009.

HARTLAND, A. *et al.* **The Environmental Significance of Natural Nanoparticles**. In: *Nature Education Knowledge* 4(8):7. 2013.

HARVEY, D. **Condição Pós-Moderna**. 16ª ed. São Paulo: Loyola. 2007.

HAWKINS, D. *et al.* C. **Manhattan District history, Project Y, the Los Alamos story**. Los Angeles: Tomash Publishers. 1961. Disponível em: <https://www.osti.gov/manhattan-project-history/publications/LANLMDHProjectYPart1.pdf>, acessado em 22 de junho de 2014.

HEIDEGGER, M. **A Questão da Técnica**. In: *Conferências e Ensaios*.

Petrópolis, RJ: Vozes. 2002.

_____. **Carta Sobre o Humanismo**. Lisboa: Guimarães Editores. 1987.

HEWLETT, R. G.; ANDERSON, O. E. **The New World, 1939–1946**. University Park: Pennsylvania State University Press. 1962. Disponível em: <http://www.governmentattic.org/5docs/TheNewWorld1939-1946.pdf>, acessado em 22 de junho de 2014.

HEYMAN, K. **Quantum Dots Get Smaller**. In: The Scientist. Maio de 2005. Em: <http://www.the-scientist.com/?articles.view/articleNo/16431/title/Quantum-Dots-Get-Smaller/>, acessado em 12 de julho de 2014.

HOOK, C. **Transhumanism and Posthumanism**. In: POST, S. G. Encyclopedia of Bioethics (3ªed.). New York: Macmillan. 2004. pp. 2517–2520. Disponível no site <http://gale.cengage.com/pdf/samples/sp657748.pdf>, acessado em 03 de abril de 2012.

HRISTOZOV, D. & MALSCH, I. **Hazards and Risks of Engineered Nanoparticles for the Environment and Human Health**. In: Sustainability 2009, 1, 1161-1194; doi:10.3390/su1041161. Disponível em: <http://www.mdpi.com/2071-1050/1/4/1161>, acessado em 22 de outubro de 2011.

HULLMANN, A. **The economic development of nanotechnology - An**

indicators based analysis. European Commission, DG Research, Unit “Nano S&T – Convergent Science and Technologies”. Version: 28. November 2006. Esse artigo pode ser baixado em: <http://cordis.europa.eu/nanotechnology>, acessado em 14 de outubro de 2013.

IARC Working Group. **Combined Estrogen-Progestogen Contraceptives.** In: *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans* (International Agency for Research on Cancer). 2007. Disponível em: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol91/mono91-6.pdf>, acessado em 21 de agosto de 2013.

JONAS, H. **O Princípio da Responsabilidade.** São Paulo: Contraponto. 2006.

JONES, D. G. **The problematic symmetry between brain birth and brain death.** In: *Journal of Medical Ethics*. nº 24, pp. 237-242. 1998. Disponível em: <http://jme.bmj.com/content/24/4/237.full.pdf>, acessado em 20 de agosto de 2013.

JONES, V. **Manhattan: the Army and the Atomic Bomb.** Washington, D.C.: United States Army Center of Military History. 1985. Disponível em: http://www.history.army.mil/html/books/011/11-10/CMH_Pub_11-10.pdf, acessado em 22 de junho de 2014.

JOY, B. **Why the future doesn't need us.** 2000. Disponível para download no site: www.wired.com/wired/archive/8.04/joy.html, acessado em 31 de março de 2012.

KANT, I. **Fundamentação da Metafísica dos Costumes**. Lisboa: Edições 70. 2011.

KHALILI, A. E. **Commodities Ambientais em missão de paz – novo modelo econômico para a América Latina e o Caribe**. São Paulo: Nova Consciência, 2009.

KLAJNERT, B. & BRYSEWSKA, M. **Dendrimers: properties and applications**. In: Acta Biochimica Polonica. Vol. 48 No. 1/2001. 199–208. Quarterly. Em: http://www.actabp.pl/pdf/1_2001/199-208.pdf, acessado em 11 de maio de 2014.

KROTO, H. W. et al. **C60: Buckminsterfullerene**. In: Nature, 318(14), 162-163, 1985. Disponível em: <http://www.nature.com/nature/journal/v318/n6042/abs/318162a0.html>, acessado em 11 de maio de 2014.

KRUEGER, O. **Gnosis in Cyberspace? Body, Mind and Progress in Posthumanism**. In: Journal of Evolution and Technology. Vol. 14. Agosto 2005. Disponível para download pelo site <http://jetpress.org/volume14/krueger.pdf>, acessado em 5 de novembro de 2011.

KUHN, T. **A revolução copernicana: a astronomia planetária no desenvolvimento do pensamento Ocidental**. Lisboa: Edições 70, 1990.

_____. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 3ªed. São Paulo: Perspectiva. 1995.

KUMAR, K. **Da Sociedade Pós-Industrial à Pós-Moderna: novas teorias sobre o mundo contemporâneo**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar. 1997.

KURZWEIL, R. **The Age of Spiritual Machines: When Computers Exceed Human Intelligence**. London: Penguin Books. 2000.

_____. & GROSSMAN, T. **A Medicina da Imortalidade**. 2ª Ed. São Paulo: Aleph. 2007.

LASAGNA-REEVES, C. et al. **Bioaccumulation and toxicity of gold nanoparticles after repeated administration in mice**. In: Biochemical and Biophysical Research Communications. Volume 393, Issue 4, 19 March 2010, Pages 649–655. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006291X10002573>, acessado em 22 de julho de 2014.

LATOUR, B. **A esperança de Pandora: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos**. Bauru: Edusc, 2001.

_____. **A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume-Dumará. 1997.

_____. **Jamais fomos modernos: ensaio de antropologia simétrica**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.

LAVASANI, M. et al. **Muscle-derived stem/progenitor cell dysfunction limits healthspan and lifespan in murine progeria model**. In: *Nature Communications* 3, 608 doi:10.1038/ncomms1611. 3 jan 2012.

LEBRUN, G. **Sobre a Tecnofobia**. In: NOVAES, A. (org.) *A Crise da*

Razão. São Paulo: Companhia das Letras; Brasília: Ministério da Cultura; Rio de Janeiro: Fundação Nacional de Arte. 1996.

LECOURT, D. **Humano Pós-Humano: a técnica e a vida**. São Paulo: Loyola. 2005.

LÓPEZ-RUIZ, O. **A Técnica como Capital e o Capital Humano Genético**. In: Novos Estudos, n.80. Março 2008.

LOWY, I. **Detectando más-formações, detectando riscos: dilemas do diagnóstico pré-natal**. In: *Horizonte Antropológico*. 2011, vol.17, n.35, pp. 103-125. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ha/v17n35/v17n35a04.pdf>, acessado em 09 de maio de 2014.

LUHMANN, N. **A Nova Teoria dos Sistemas**. Porto Alegre: Editora de Universidade/ UFRGS, Goethe-Institut/ICBA, 1997.

LUZ, S. H. **Avaliação do desenvolvimento neurológico normal dos fetos entre a 13ª e 30ª semana de gestação através da resposta auditiva fetal provocada**. In: Revista Brasileira de Ginecologia Obstetrícia 2005, vol.27, n.9, pp. 567-567. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbgo/v27n9/27568.pdf>, acessado em 15 de junho de 2014.

LYOTARD, J.-F. **A Condição Pós-Moderna**. Rio de Janeiro: José Olympio. 1998.

MALUGIN, A. et al. **Cellular uptake and toxicity of gold nanoparticles**

in prostate cancer cells: a comparative study of rods and spheres.

In: Journal of Applied Toxicology. Volume 30, Issue 3, pages 212–217, April 2010. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jat.1486/pdf>, acessado em 20 de maio de 2014.

MANSOORI, G. A. et al. **Nanotechnology in cancer prevention, detection and treatment: bright future lies ahead.** In: World Review of Science, Technology and Sustainable Development, Vol. 4, Nos. 2/3, 2007, 226-257.

MANTOVANI, E. et al. **Mapping study on regulation governance of nanotechnologies.** FramingNano Report. Project Consortium. Janeiro de 2009. Disponível em: www.framingnano.eu, acessado em 13 de junho de 2012.

MARTIN, A. K. **The Regulation of DDT: A Choice Between Evils.** In: VANDERBILT JOURNAL OF TRANSNATIONAL LAW. Vol. 41: 677-704. 2008.

MARTINS, P. (coord.) et al. **Revolução Invisível: Desenvolvimento Recente da Nanotecnologia no Brasil.** São Paulo: Xamã. 2007.

_____ & DULLEY, R. (org.) **Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente – Trabalhos apresentados no Terceiro Seminário Internacional.** São Paulo: Xamã. 2008.

_____ & RAMOS, S. de F. (org.) **Impactos das Nanotecnologias na Cadeia de Produção da Soja Brasileira.** São Paulo: Xamã. 2009.

MARX, K. **O Capital (Crítica da Economia Política). Livro Primeiro: O Processo de Produção do Capital.** Volume 1. 6ª ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira. 1980.

_____. & ENGELS, F. **Manifesto do Partido Comunista.** Porto Alegre: LP&M. 2001.

MOONEY, P. **O Século 21 – Erosão, Transformação Tecnológica e Concentração do Poder Empresarial.** São Paulo: Expressão Popular. 2002.

MORAVEC, H. **Homens e Robots: o futuro da inteligência humana e robótica.** Lisboa: Gadiva. 1992.

MORIN, E. **Ciência com Consciência.** 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2005.

_____. **Introdução ao Pensamento Complexo.** 4ª ed. Porto Alegre: Sulina. 2011.

_____. **O Método IV. As ideias: Sua Natureza, Vida, Habitat e Organização.** Lisboa: Publicações Europa-América. 1991.

MYSZCZUK, A. P. & MEIRELLES, J. M. L. **Patentes e Genoma Humano: análise a partir da dignidade da pessoa.** In: XVII Encontro Preparatório para o Congresso Nacional do CONPEDI/UFBA Salvador. 2008. Disponível em: http://www.conpedi.org.br/manaus/arquivos/anais/salvador/ana_paula_myszczuk.pdf, acessado em 15 de agosto de 2013.

NICOLELIS, M. **Muito Além do Nosso Eu**. São Paulo: Companhia das Letras. 2011.

NICOLESCU, B. **O Manifesto da Transdisciplinaridade**. São Paulo: Triom. 1999.

NIETZSCHE, F. **Além do Bem e do Mal**. São Paulo: Companhia das Letras. 1992.

NOVAIS, A (org.) **O homem-máquina: a ciência manipula o corpo**. São Paulo: Cia. das Letras. 2003.

ONU. **Human Development Report 2014**. Disponível em: <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-report-2014>, acessado em 21 de julho de 2014.

ORTIZ, R. **Mundialização e Cultura**. São Paulo: Brasiliense, 2003.

PREMEBIDA, A. **Biotecnologias: Dimensões Sociológicas e Políticas**. Jundiaí: Paco Editorial. 2011.

POPPER, K. **Conjecturas e refutações – O progresso do conhecimento científico**. Brasília: UNB. 1994.

PRIGOGINE, I. **Do Ser ao Devir**. São Paulo: Editora Unesp; Belém, PA: Editora Uepa. 2002.

QUARESMA, A. **Nanotecnologias: Zênite ou Nadir?** Rio de Janeiro: A. Quaresma. 2010.

REED, M. A. **Quantum Dots**. In: SCIENTIFIC AMERICAN. Jan, 1993.
<http://www.eng.yale.edu/reedlab/publications/58%20QDotsSciAm1993.pdf>, acessado em 15 de junho de 2014.

ROCO, M. & BAINBRIDGE, W. **Converging Technologies for Improving Human Performance: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science**. NSF/DOC-sponsored report. 2002.
 Disponível em <http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies>, acessado em 03 de outubro de 2011.

RS&RAE [The Royal Society & The Royal Academy of Engineering].
Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties. 2004. Disponível em
http://www.raeng.org.uk/news/publications/list/reports/nanoscience_nanotechnologies.pdf, acessado em 22 de junho de 2013.

RÜDIGER, F. **Breve história do pós-humanismo: Elementos de genealogia e criticismo**. In: Revista da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação. Edição de Abril 2007.
 Disponível para download no site
<http://www.compos.org.br/seer/index.php/e-compos/article/viewFile/145/146>, acessado em 30 de abril de 2012.

RUPALI, S. et al. **Nanotechnology: the coming revolution in modern biology and medicine**. In: International Research Journal of Pharmacy. 2012, 3 (5), 109-118. Disponível em:
http://www.irjponline.com/admin/php/uploads/1078_pdf.pdf, acessado em 15 de abril de 2013.

SANTAELLA, L. **Culturas e artes do pós-humano**. São Paulo: Paulus. 2003.

SANTOS, B. de S. **Um discurso sobre as ciências**. 5ª ed. São Paulo: Cortez. 2008.

SANTOS, L. J. et. al. **Fulereo [C60]: Química e Aplicações**. In: Química Nova, Vol. 33, No. 3, 680-693, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v33n3/36.pdf>, acessado em 22 de junho de 2014.

SANTOS Jr., J. L. dos. **Ciência do Futuro e Futuro da Ciência – Redes e Políticas de Nanociência e Nanotecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Uerj. 2013.

SARTRE, J. P. **O existencialismo é um humanismo**. Petrópolis, RJ: Vozes. 2010.

SAUGY, M *et al.* **Human growth hormone doping in sport**. In: *British Journal of Sports Medicine*. 40 Suppl 1: i35–9. 2006. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2657499/>, acessado em 15 de março de 2014.

SAVULESCU, J. **Procreative Beneficence: Why We Should Select The Best Children**. In: *Bioethics*. ISSN 0269-9702. V. 15. N. 5/6. 2001.

SCHEIDEL, W. **The comparative economics of slavery in the Greco-Roman world**. In: *Princeton/Stanford Working Papers in Classics*. Nov. 2005. Em:

<https://www.princeton.edu/~pswpc/pdfs/scheidel/110504.pdf>,

acessado em 12 de março de 2013.

SCHULTE, P. *et. al.* **Occupational Risk Management of Engineered Nanoparticles.** In: Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 5, 4: 239-249. 2008.

SCHULZ, P. **A encruzilhada da nanotecnologia.** Rio de Janeiro: Vieira & Lent. 2009.

SEARLE, J. **Liberdade e Neurobiologia.** São Paulo: Unesp. 2007.

SELL, C. E. **Máquinas petrificadas: Max Weber e a sociologia da técnica.** In: Scientiæ Studia. São Paulo. v. 9, n. 3, p. 563-83. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ss/v9n3/v9n3a06.pdf>, acessado em 13 de abril de 2014.

SERRES, M. **Variações sobre o corpo.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2004.

SHIMIZU, H. **Robô, o filho pródigo.** São Paulo: Editora Terceiro Nome: Mostarda Editora. 2006.

SILVA, T.; CALAZANS, D. **Nanotechnology: Sociotechnical interactions and social impacts.** In: Anais do II Fórum Internacional de Sociologia da ISA. Buenos Aires. 1 a 4 de agosto de 2012. Disponível em: https://www.academia.edu/2141385/Nanotechnology_Sociotechnical_interactions_and_social_impacts, acessado em 13 de março de 2014.

_____; PREMEBIDA, A. **Consequências Sociais**

da Nanotecnologia Aplicada aos Tratamentos Médicos. In: Anais do XVI Congresso Brasileiro de Sociologia. Salvador. 10 a 13 de setembro de 2013. Disponível para download em: https://www.academia.edu/4519153/Consequencias_Sociais_da_Nanotecnologia_Aplicada_aos_Tratamentos_Medicos, acessado em 15 de abril de 2014.

SLOTERDIJK, P. **Mobilização Copernicana e Desarmamento Ptolomaico.** Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro. 1992.

_____. **Regras para o Parque Humano. Uma resposta à carta de Heidegger sobre o humanismo.** São Paulo: Estação Liberdade. 2000.

SOLOMON, M. & D'SOUZA, G. G. M. **Recent progress in the therapeutic applications of nanotechnology.** In: Current Opinion in Pediatrics 2011, 23: 215–220. Disponível em: <http://xa.yimg.com/kq/groups/21419226/1124443493/name/Nanotechnology.pdf>, acessado em 12 de abril de 2013.

SUTER, S. A **Brave New World of Designer Babies?** In: Berkeley Technology Law Journal. Vol.22. pp. 897-969. 2007.

VATTIMO, G. **A Tentação do Realismo.** Rio de Janeiro: Lacerda Ed.: Instituto Italiano di Cultura. 2001.

VINGE, V. **Technological Singularity.** (Annotated Version) In: Whole Earth Review. 2003. Disponível em: <http://www-rohan.sdsu.edu/faculty/vinge/misc/WER2.html>, acessado em 12 de agosto de 2013.

WALK FREE FOUNDATION. **The Global Slavery Index 2013.**

Disponível em: http://www.ungift.org/doc/knowledgehub/resource-centre/2013/GlobalSlaveryIndex_2013_Download_WEB1.pdf,
acessado em 15 de julho de 2014.

WEBER, M. **Ciência e Política: Duas Vocações.** São Paulo: Martins Claret. 2006.

_____. **A Ética Protestante e o “Espírito” do Capitalismo.** São Paulo: Companhia das Letras. 2004.

WINNER, L. **Are humans obsolete?** 2002. Disponível em:
http://www.virginia.edu/iasc/HHR_Archives/Technology/4.3DWinner.pdf,
acessado em 12 de abril de 2012.

WITTGENSTEIN, L. **Tratado Lógico-Filosófico In: Tratado Lógico-Filosófico/ Investigações Filosóficas.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 2002.

WUNENBURGER, J.-J. **O Imaginário.** São Paulo: Loyola. 2007.

YOKEL, R. A. & MacPHAIL, R. C. **Engineered nanomaterials: exposures, hazards, and risk prevention.** In: Journal of Occupational Medicine and Toxicology. 2011, 6:7. Disponível em:
<http://www.occup-med.com/content/6/1/7>, acessado em 12 de julho de 2012.