Globethics Repository



(Bio)Ética e (Bio)Tecnologia
[(Bio)ethics and (bio)technology]

This page was generated automatically upon download from the Globethics Repository. More information on Globethics see https://www.globethics.net. Data and content policy of Globethics Repository see https://repository.globethics.net/pages/policy.

Item Type	Article
Authors	Rojas da Cruz, Márcio;Cornelli, Gabriele
Publisher	Sociedade Brasileira de Bioética - SBB
Rights	With permission of the license/copyright holder
Download date	2026-11-10 07:20:41
Link to Item	http://hdl.handle.net/20.500.12424/221035

(Bio)Ética e (Bio)Tecnologia
(Bio)ethics and (bio)technology

Márcio Rojas da Cruz
Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, Brasil.
mrojas@mct.gov.br

Gabriele Cornelli
Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, Brasil.
cornelli@unb.br

Resumo: A biotecnologia, de modo similar ao que ocorre com outras áreas do conhecimento, ao mesmo tempo em que pode gerar grandes benefícios, pode igualmente gerar grandes riscos. Em alguns casos, a condição que distingue o legítimo do ilegítimo é tão tênue que uma prática questionável do ponto de vista moral pode facilmente ser aceita por significativa parcela dos atores envolvidos. Diante desse cenário de tão especial interesse para a sociedade, este trabalho buscará investigar a relação entre a bioética e a biotecnologia, tendo por base a contribuição de reflexões sobre a inocuidade do conhecimento, a neutralidade da ciência, a convergência na racionalidade epistêmica e o progresso.

Palavras-chave: Bioética. Biotecnologia. GURTs. Neutralidade da ciência. Progresso.

Abstract: In the same way as occurs in other fields of knowledge, not only can biotechnology generate large benefits, but also, at the same time, it can equally generate large risks. In some cases, the condition that distinguishes what is legitimate from what is not is so tenuous that a practice that is questionable from a moral point of view may easily be accepted by a significant portion of the players involved. In the light of this scenario of special interest for society, the present study seeks to investigate the relationship between bioethics and biotechnology, based on contributions from reflections on the harmlessness of knowledge, neutrality of science, convergence of epistemic rationality and progress.

Keywords: Bioethics. Biotechnology. GURTs. Neutrality of science. Scientific progress.

Dar início a este texto com um exemplo recente de uma aplicação biotecnológica com claras implicações bioéticas seria, por mais recente que fosse o exemplo, correr o sério risco de aparentar obsoletismo. Isto porque, hodiernamente, somos expostos à novidades no emprego de técnicas biotecnológicas com tamanha velocidade, que mal temos tempo de concluir de forma adequada a reflexão dos tópicos impostos pelas conquistas científicas.

Com o desenrolar da história humana, a técnica, nascida para habilitar seus criadores a sanarem necessidades, foi aos poucos passando a ocupar um papel de destaque em nossa civilização, impulsionada pela crença de que sempre há algo para ser melhorado e a nossa vocação é encontrar os meios que nos permitam alcançar o conhecimento e o instrumental prático para tal missão.

Para que se tenha uma idéia do impacto oriundo de investimentos e geração de conhecimento nesse campo, a biotecnologia figura ao lado da robótica e da nanotecnologia como uma das três grandes promessas de inovação tecnológica para o século 21, segundo o físico Luiz Oliveira. Tendo por fundamento compartilhado a característica de crescente habilidade na manipulação de objetos minúsculos, estas três grandes áreas da ciência moderna nos impulsionam em direção ao redesenho da forma humana, sendo desnecessário alertar para o fato de que "essa virtualidade [...] é inteiramente singular na história da cultura e nos impõe a consideração de questões éticas tão árduas quanto urgentes" (1).

Assim como em outras áreas do conhecimento, a biotecnologia pode gerar grandes benefícios para nossa sociedade. Estratégias cada vez mais eficazes, como o emprego de biomoléculas mais seguras para o tratamento de diversas enfermidades, têm inquestionavelmente melhorado a qualidade de vida da sociedade humana. Por outro lado, armas biológicas cada vez mais mortais podem ser alcançadas por meio das exatas mesmas técnicas de manipulação de organismos vivos.

Em alguns casos, a condição que distingue o legítimo do ilegítimo é tão tênue que uma prática questionável do ponto de vista moral pode facilmente ser aceita por grande parte dos atores envolvidos. Trata-se, por exemplo, do caso das pesquisas médicas, que no século 18 tiveram suas doutrinas produzidas, desembocando no experimen-

talismo desenfreado observado no século 20, conforme citado por Romano:

> "Potenciadas essas formas de representação pelas ideologias totalitárias, os massacres de milhões de seres humanos mostraram que a pura racionalidade científica é tudo menos ingênua. Sem cair no erro de apontar as Luzes como "a" fonte do totalitarismo, pode-se dizer que nelas foram gestados alguns tipos de pensamento que se tornaram cruéis realidades em nossos dias" (2).

Analisemos brevemente, a título de ilustração, o caso das tecnologias de restrição do uso genético (*genetic use restriction technologies* – GURTs). Com desenvolvimentos iniciados na década de 1990, as GURTs podem ser definidas como um conjunto de técnicas que, por meio da transformação genética de plantas, introduz um mecanismo interruptor genético e, por conseguinte, previne o uso não autorizado do germoplasma de uma planta particular ou dos atributos associados a este germoplasma (3).

As GURTs podem ser classificadas em dois grandes grupos. No primeiro, denominado V-GURTs (*variety-level genetic use restriction technologies*), a alteração genética apresentaria efeitos em nível de variedade, fazendo que as plantas produzidas desta forma apenas pudessem produzir sementes estéreis, inviabilizando a próxima geração. A germinação de sementes de plantas produzidas pelas V-GURTs é condicionada à estimulação externa antes do plantio.

O segundo grupo, por sua vez, é denominado T-GURTs (*trait-specific genetic use restriction technologies*). Nesse, a alteração genética apresentaria efeitos em nível de atributo, restringindo-se apenas a uma característica específica. Resistência ao ataque por insetos, incremento na produtividade e controle de alguma fase de desenvolvimento da planta são atributos que confeririam valor agregado ao produto. Plantas produzidas pelas T-GURTs dependeriam de estímulo externo para a manifestação do atributo conferido ao genoma do organismo, mas não para a produção de sementes férteis.

Uma atitude moralmente aceita seria empregar as V-GURTs como forma de controle em plantios experimentais e comerciais, impedindo

assim que genes artificialmente introduzidos em dada variedade de planta disseminassem-se, podendo causar danos para as variedades silvestres da mesma planta ou até mesmo para outras populações vegetais e animais.

Em contrapartida, as T-GURTs poderiam ser empregadas como forma de dominação econômica, limitando a capacidade de agricultores de praticarem o chamado privilégio do agricultor, prática esta que consiste em reservar uma parte das sementes produzidas em uma estação para usá-la em plantios da próxima estação, sem a necessidade de novas autorizações por parte do detentor dos direitos de propriedade intelectual.

Uma vez que a atividade científica e tecnológica é hoje o resultado de uma coletividade − em que opiniões singulares, via de regra, permanecem na esfera pessoal, exercendo pouca ou nenhuma influência passível de observação −, acredita-se necessária, ainda que não suficiente, a dedicação ao estudo do envolvimento de políticas públicas e entidades governamentais de âmbito federal.

Esse estudo se revela especialmente importante quando considerado o fato de que caso não haja equilíbrio entre os interesses dos presentes e os interesses dos futuros, os atos praticados pelos primeiros poderão vir a comprometer a própria existência dos segundos. Esta possibilidade persiste mesmo quando se abdica de qualquer mentalidade excessivamente apocalíptica.

Diante desse cenário de tão especial interesse para a sociedade, este trabalho buscará investigar a relação entre a bioética e a biotecnologia, tendo por base a contribuição de reflexões sobre a inocuidade do conhecimento, a neutralidade da ciência, a convergência na racionalidade epistêmica e o progresso.

A ciência moderna

O adjetivo simples não raramente acompanha discussões sobre recentes descobertas científicas, até mesmo no seio de grupos de leigos, cujo único contato com o pensamento científico se deu por meio dos conteúdos das grades curriculares dos ensinos fundamental e médio.

Não obstante, enganar-nos-íamos se acreditássemos que o conhecimento disponível hoje guarda uma existência tão antiga quanto a

nossa capacidade intelectual. Na verdade, as certezas das quais dispomos hoje só fazem sentido quando apresentadas em um contexto específico, em conjunto com uma série de outros componentes do saber. Essas certezas tiveram suas origens em dúvidas que precisavam ser confirmadas e que, por sua vez, foram confrontadas com certezas prévias, que por alguma razão se revelaram incompletas ou incorretas; enfim, não tão certas quanto se supunha.

Na Idade Média, a preocupação que reinava no cotidiano era a conquista do direito de se gozar a vida eterna no paraíso e a atitude humana diante da natureza era fundamentalmente contemplativa. Na Idade Moderna, por sua vez, com a migração da preocupação para o momento presente, a fase de contemplação dá lugar à fase de domínio da natureza.

Para Alexandre Koyré, a história do pensamento científico da Idade Média e da Renascença pode ser didaticamente apresentada por três tipos distintos de pensamento. O primeiro consta da física aristotélica, cujas crenças principais são a existência de naturezas qualitativamente definidas e a existência de um cosmo com princípios de ordem e ordenação hierárquica do conjunto dos seres reais.

Com a incapacidade da dinâmica aristotélica de lidar com a persistência do movimento, ao se separar corpo e motor – sendo o último o responsável pelo movimento do primeiro, como por exemplo, o vôo de uma flecha ao se separar do arco –, surge o segundo tipo distinto de pensamento, a física do *impetus*.

Trata-se de algo transmitido ao corpo movido que lhe confere a capacidade de movimento, trata-se de uma causa imanente do movimento. Sobrepujam-se, assim, as dificuldades colocadas pelo movimento no vácuo, contudo persiste a incompatibilidade com o princípio da inércia. Ademais, tanto a dinâmica aristotélica quanto a dinâmica do *impetus* são incompatíveis com o método matemático.

Por fim, o terceiro tipo de pensamento científico é representado pela física moderna, tendo por pioneira a obra de Galileu Galilei, que introduz a relatividade do movimento, a imutabilidade do corpo estando ele em movimento ou em repouso e a persistência dos estados de repouso e movimento, diametralmente opostos entre si – a famosa lei da inércia (4).

Destaca-se o seguinte comentário a respeito da ciência moderna,

mais especificamente, a respeito do papel que deveria ser exercido pelos fundadores da ciência moderna, entre os quais Galileu, papel este inteiramente diverso daquele de simplesmente corrigir teorias erradas ou substituí-las por outras teorias melhores:

> ''Tinham de destruir um mundo e substituí-lo por outro. Tinham de reformar a estrutura de nossa própria inteligência, reformular novamente e rever seus conceitos, encarar o Ser de uma nova maneira, elaborar um novo conceito do conhecimento, um novo conceito da ciência, e até substituir um ponto de vista bastante natural – o do senso comum – por um outro que, absolutamente, não o é'' (4).

Merecem menção os obstáculos que tiveram de ser vencidos pelos fundadores da ciência moderna, considerados por Koyré inimigos poderosos: a autoridade, a tradição e o senso comum, sendo este último tido como o pior de todos (4).

Estes inimigos eram especialmente fortalecidos por aquilo que o historiador da ciência Paolo Rossi denomina uma espécie de paradigma dominante e que durante muitos séculos poderia ser encontrado como configurado na cultura européia: a tese de um saber secreto das coisas essenciais, cuja divulgação poderia trazer consequências nefastas.

Até o século 14, estas conseqüências nefastas consistiam na confusão entre o *homo animalis* – numerosos homens simples e ignorantes, destinados a uma existência guiada por instintos, na busca pela superação das necessidades mais básicas – e o *homo spiritualis* – poucos homens sábios e eleitos, que detinham o controle da possibilidade de purificação da alma e do alcance da salvação por meio do conhecimento transmitido enigmaticamente por mestres em busca da perfeição individual.

A partir do século 15, o segredo passa a ser mais valorizado por artesãos e por engenheiros, sendo que as consequências nefastas não eram mais a conquista do conhecimento por parte da sociedade comum, mas os potenciais prejuízos econômicos resultantes da divulgação irrestrita dos inventos mecânicos. Tanto que os primeiros mecanismos de proteção de propriedade intelectual, as primeiras pa-

tentes, surgiram no século 15, apresentando significativo aumento já no século 16 (5).

O primeiro passo para que o segredo deixasse de ser valor e passasse a ser desvalor no meio científico, veio com a obra *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, tolemaico e copernicano, de autoria do já mencionado Galileu Galilei, em 1632. Pela primeira vez surge uma publicação científica escrita em língua vernácula, no caso o italiano, transparecendo o intuito de se priorizar a educação do clero, da corte e da burguesia, em detrimento do convencimento dos catedráticos da época.

Composto por quatro jornadas, o *Dialogo* expõe na primeira as falhas da cosmologia aristotélica; na segunda, o movimento diurno da Terra; na terceira, o movimento anual da Terra; e na quarta, a teoria das marés, considerada por Galilei argumento comprobatório para o movimento terrestre (5).

Outros autores, ao analisar a contribuição de Galileu e a evolução da prática da ciência ao alcançar a Modernidade, dedicaram-se às interpretações que complementam as aqui apresentadas.

Renato Ribeiro, por exemplo, chama a atenção para o fato de que, neste processo de evolução, a causa final, tida por Aristóteles como sendo a de maior importância dentre as quatro causas (final, eficiente, formal e material), é substituída da posição de destaque pela causa eficiente. Ou seja, pelo entendimento de que as relações entre as diversas possibilidades de causas e os seus respectivos e consequentes efeitos permitiriam descrever melhor o mundo de nossa realidade e, muito objetivamente, manipular as causas de forma a alcançar os efeitos desejados, habilitando-nos a construir a ponte entre a ciência e a tecnologia, tornando-nos produtores e fabricantes (6).

Assim, a ciência moderna nasce com a revolução científica do século 17, promovida fundamentalmente por profundas e significativas alterações na estrutura linguística adotada pela ciência: a matematização (geometrização) e a vernaculização do conhecimento. Se a primeira contribuiu para a introdução da experimentação e para uma maior precisão das teorias científicas, a segunda contribuiu para o incremento na acessibilidade e na difusão das teorias científicas então vigentes.

Sai de cena o *homo viator* e entra em cena o *homo faber.*

A biotecnologia e a bioética

A biotecnologia pode ser entendida como um "conjunto de tecnologias habilitadoras que possibilitam utilizar, alterar e otimizar organismos vivos ou suas partes funcionantes, células, organelas e moléculas, para gerar produtos, processos e serviços especializados com aplicações diversas nas áreas da saúde, agropecuária e meio ambiente" (7).

O Brasil vem demonstrando avanços satisfatórios nesse segmento. A biotecnologia integra a base produtiva de diversos setores da economia, com um mercado de produtos que atinge cerca de 2,8% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, apesar de ainda não possuir domínio completo de tecnologias mais avançadas que contribuam para o desenvolvimento econômico sustentável (8).

Reconhecendo que as descobertas científicas podem resultar em conquistas tecnológicas causadoras de benefícios ou prejuízos, particularmente para países em desenvolvimento e comunidades locais, a Comissão de Recursos Genéticos para Agricultura e Alimentação da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (*Food and Agriculture Organization of the United Nations* – FAO) elaborou uma proposta de Código de Conduta em Biotecnologia. Entre os seus objetivos, esse código estabelecer recomendações para o uso seguro, responsável e equitativo da biotecnologia.

Ao mesmo tempo em que chama a atenção para a importância da contribuição da biotecnologia para a melhoria das condições de vida por meio do aumento do número de empregos e da renda, redução da dependência externa, apoio ao desenvolvimento mais estável e durável e preservação dos recursos naturais, o Código de Conduta alerta para os possíveis efeitos sociais, econômicos e ambientais negativos (9).

Todos esses fatores ganham evidente relevância quando consideramos a realidade nacional. O Brasil apresenta grande variedade de biomas (floresta amazônica, mata atlântica, pantanal, cerrado e caatinga), a maior biodiversidade do mundo (contém mais de 20% do número total de espécies de seres vivos do planeta) e a mais alta taxa de endemismo (68 espécies de mamíferos, 191 espécies de aves, 172 espécies de répteis e 294 espécies de anfíbios, por exemplo) (10).

Além disso, o setor de agronegócios responde por 33% do PIB, 42% das exportações totais e 37% dos empregos brasileiros. Com

aproximadamente 300 milhões de hectares de terras agricultáveis, férteis e de alta produtividade sendo explorados, o Brasil é o primeiro produtor e exportador mundial de café, açúcar, álcool e sucos de frutas, liderando ainda as vendas externas de soja, carne bovina, carne de frango, tabaco e couro (11). Soma-se, ainda, o fato de que grande parte do investimento mundial em biotecnologia tem sido empregada em sintonia com as necessidades e as preocupações dos países industrializados e, por conseqüência, os países em desenvolvimento não necessariamente se beneficiarão dos avanços científicos e tecnológicos alcançados.

É digno de nota que a comunidade científica não está isenta de más condutas nas práticas de pesquisa e desenvolvimento. Estudo recente – o primeiro a oferecer evidência empírica com base em relatos próprios de amostra representativa de pesquisadores estadunidenses que contam com apoio financeiro dos *National Institutes of Health* (NIH) – indicou que 33% dos pesquisadores participaram nos últimos três anos de pelo menos um ato com alta probabilidade de, uma vez descoberto, gerar sério problema em nível institucional ou federal. A significativa influência de interesses econômicos é revelada pelo fato de que 15,5% dos pesquisadores entrevistados já alteraram o desenho, a metodologia ou o resultado de um estudo em razão da pressão exercida por uma fonte de financiamento (12).

Segundo Volnei Garrafa, a oscilação entre a prática humana e a desumana no desenvolvimento da ciência favorece o surgimento de duas tendências antagônicas. A primeira, defendida por *cientólatras,* invoca uma bioética racional e justificada, por meio da qual "tudo aquilo que pode ser feito deve ser feito". Esta tendência remete-nos aos conceitos de imperativo tecnológico – tudo o que é possível fazer deverá ser feito – e de ladeira escorregadia (*slippery slope*) – se algo é possível de ser feito, inevitavelmente será feito –, que de formas levemente distintas alertam para a aplicabilidade de absolutamente todo o conhecimento científico, indiferentemente dos valores éticos e morais envolvidos. A segunda, defendida por *tecnofóbicos*, declara uma tendência conservadora com base no "medo de que nosso futuro seja invadido por tecnologias ameaçadoras" (13).

Partindo da apresentação dos dois extremos, a reflexão sobre o tema aponta para o equilíbrio entre os *cientólatras* e os *tecnofóbicos*

como a melhor solução para a questão. A ciência e a tecnologia têm indiscutivelmente gerado uma melhor qualidade de vida da população em geral, das mais diversas formas, diretas e indiretas. Pesquisas nas áreas biotecnológicas (ambiental, saúde humana, produção agropecuária) têm tornado a existência individual da espécie humana neste planeta mais longa e segura. Paradoxalmente, não são raros os exemplos de consequências perversas desta mesma ciência e tecnologia, indicando graves problemas para a existência coletiva da espécie humana.

Sobre este equilíbrio, Antônio Maia invoca a prudência para o enfrentamento da dicotomia entre a *tecnofobia* e a *tecnolatria*. Dessa forma, imbuídos de prudência, devemos nos despir "de qualquer visão sistematicamente pessimista" e devemos nos privar "de qualquer ingênua ilusão progressista (tão comum em irrefletidas mensagens nos meios de comunicação de massa)" (14).

Diante dessa realidade, Hans Jonas propõe uma mudança paradigmática. O imperativo categórico de Emmanuel Kant, "age de tal maneira que possas querer que a máxima de tua ação se converta em lei universal", deveria ser substituído pelo novo imperativo "age de tal maneira que os efeitos de tua ação não sejam lesivos para a futura possibilidade de vida humana" (15). Jonas claramente acrescenta ao rol de compromissos da espécie humana os direitos das gerações futuras, passando então a apresentar status de dever para a geração presente a responsabilidade de zelo coletivo, considerando até mesmo aqueles indivíduos que ainda sequer existem.

A preocupação com as gerações futuras foi precisamente uma das pedras angulares, quiçá a pedra angular, na construção da bioética. Van Rensselaer Potter, já em 1971, a partir da reflexão sobre os problemas gerados por conhecedores ou cientistas (*knowers*) e fazedores ou tecnologistas (*doers*), e ainda sobre o conceito de conhecimento perigoso – conhecimento acumulado mais rapidamente do que a sabedoria para manejá-lo –, identificou como força motriz de nossa cultura uma variante do imperativo tecnológico: "se pode ser feito e vendido com obtenção de lucro, vamos fazê-lo" (16). Por corolário, o seu credo bioético para indivíduos (*bioethical creed for individuals*) aborda de modo bem estreito a preocupação com as gerações futuras e a necessidade de não-comprometimento da possibilidade de sua existência (17).

A inocuidade do conhecimento

Se a preocupação com as gerações futuras pode ser considerada como sendo uma das pedras angulares para o amadurecimento da proposta de bioética de Potter como ponte para o futuro, isto se deu justamente pela constatação de que a ciência ao mesmo tempo em que contribuiu para a organização da sociedade por meio da administração de informações e da manipulação da natureza, contribuiu igualmente para a desorganização da sociedade, pela introdução do conhecimento perigoso (*dangerous knowledge*).

Para Potter, com o crescimento em quantidade e em complexidade do conhecimento científico e a consequente especialização dos cientistas, que passaram a conhecer muito melhor sobre cada vez menos tópicos, surgiu a dificuldade de se contextualizar as atividades laboratoriais com os interesses e as prioridades da ciência como um todo e da sociedade.

Com o passar do tempo, a incapacidade de se lidar adequadamente com essa dificuldade permitiu que um número cada vez maior de pesquisadores assumisse que todo conhecimento é basicamente bom e que, no curto ou no longo prazos, todo conhecimento gerado seria capaz de contribuir positivamente para com a sociedade. Contudo, exemplos como o dos gases tóxicos utilizados nas duas grandes guerras, encarregaram-se de demonstrar que o conhecimento acerca do controle de fenômenos biológicos se comportava como uma faca de dois gumes e que jamais poderia ser confinada de volta à gaveta (16).

Hans Jonas, idealizador da ética da responsabilidade, também identifica no fenômeno da especialização, com a consequente proliferação de subdivisões e fragmentação do conhecimento, um risco preocupante para a reflexão da gestão da atividade científica.

Os pesquisadores se veem forçados a renunciar à participação em tudo que não diz respeito as suas cada vez mais limitadas competências, ficando comprometida, dessa forma, até mesmo uma adequada compreensão da ciência, quando eles são colocados em posição de expectadores a partir de uma perspectiva mais global.

Jonas constata que o nascimento do perigo, fruto das excessivas dimensões da civilização científica-tecnológica-industrial com a in-

cessante busca do conhecimento para o poder perante a natureza e a utilização deste poder para a melhoria do destino humano, coloca-nos diante da impostergável necessidade de amadurecimento de uma ética de preservação e prevenção, ainda que isto implique sacrifícios nunca antes demandados (18).

Assim, segundo Potter, "conhecimento perigoso tem sido definido como conhecimento que foi acumulado mais rapidamente do que a sabedoria para geri-lo; em outras palavras, conhecimento que produziu um desequilíbrio temporal por superar outros ramos de conhecimento" (16).

Mesmo assumindo que o conhecimento *per se* não pode ser considerado inerentemente bom ou mal, a associação indiscutível entre conhecimento e poder permite que se fale em conhecimento perigoso. Mesmo que se argumente que o problema não é o conhecimento perigoso, mas sim a ignorância perigosa – uma vez que o perigo reside na nossa incapacidade de prever todas as conseqüências da aplicabilidade do conhecimento, ou todas as interações que determinado conhecimento apresentará com outros conhecimentos –, perigoso seria ignorar o fato de que a ciência ao mesmo tempo em que propõe soluções para alguns dos problemas do mundo, também cria novos problemas para o mundo (16).

A neutralidade da ciência

Ainda hoje é relativamente comum encontrarmos pesquisadores alheios a qualquer tipo de reflexão bioética além das superficiais concepções cada vez mais difundidas pelos meios de comunicação de massa. Em que pese o fato de que os cientistas diretamente envolvidos com experimentações em seres humanos demonstram cada vez mais consciência dos direitos dos sujeitos de pesquisa, ideias como a de que a ciência deve ser completamente livre de qualquer controle moral ou cultural ilustram a aceitação da neutralidade da ciência em nossa sociedade e em outras tantas, desconhecendo fronteiras. O cerne desta concepção repousa na crença de que a ciência nos permite alcançar o conhecimento puro e, enquanto tal, fora da esfera dos valores.

Entretanto, não é necessário ser um dedicado historiador da ciên-

cia para se entrar em contato com alguma descrição ou algum relato de abusos cometidos contra inocentes, tendo por justificativa o avanço da ciência. Lembremo-nos apenas do clássico artigo de Henry Beecher, publicado há mais de quatro décadas no prestigiado periódico *The New England Journal of Medicine*, que, alertando para o fato de que graves erros éticos estavam aumentando não só em números, mas também em variedades, apresenta 22 exemplos de experimentos médicos cujas realizações jamais deveriam ter sido realizados (19).

Aceitemos então, como nos sugere Leon Olivé, que a ciência e igualmente a tecnologia são, assim como tantos outros, sistemas de ações intencionais. Ou seja, os sistemas tecnocientíficos apresentam agentes colocando em prática determinados meios, obtendo determinados resultados, buscando deliberadamente alcançar determinados fins, movidos por determinados interesses.

Por corolário, uma vez que os pesquisadores agem de acordo com suas crenças, conhecimentos, valores e normas particulares, a prática para aquisição de conhecimento científico pode ser louvável ou condenável, influenciando no julgamento os meios utilizados, os resultados gerados, os fins almejados e o tratamento atribuído às pessoas, considerando-as agentes morais. Dessa forma, a ciência não é eticamente neutra (20).

Corroborando este posicionamento, temos a reflexão de Thomas Kuhn a respeito do processo de negociação pelo qual uma comunidade ou um grupo científico gera um consenso dominante. É por meio da negociação que se dá o estabelecimento dos fatos que devem ser considerados relevantes para a extração de conclusões científicas, bem como das próprias conclusões últimas (a crença dominante). Uma vez que estes dois aspectos (o factual e o interpretativo) da negociação ocorrem concomitantemente – ao mesmo tempo em que as conclusões moldam as descrições dos fatos, os fatos moldam as conclusões deles geradas –, fica comprometida a segurança de que a experimentação apresenta papel determinante nos resultados científicos. Em última análise, diferenças na história individual, no campo de pesquisa e no interesse pessoal exercem influência significativa no processo de negociação, o que explica a existência de divergências nas conclusões por parte dos diversos atores envolvidos (21).

Feyerabend, aproveitando a contribuição de Galison acerca da

distinção entre o contexto da descoberta e o da justificação, coloca as certezas de qualquer sistema de conhecimento, naturalmente incluindo o sistema científico, como resultados de decisões práticas, ou como simples resultados de modos de se viver, e não apenas de intuições estritamente teóricas. Assim, considerando a semelhança entre grupos de pesquisa e partidos políticos, ambos dotados de informações, habilidades, ideologias diversas e diversos acessos àquilo que se estaria pronto para aceitar como fatos objetivos, o autor descreve de forma clara e direta o processo adotado pela comunidade científica para a resolução de disputas científicas, ressaltando esta similaridade existente, particularmente no que diz respeito aos processos que antecedem a conclusão de uma tratativa política:

> "Há indagações desenvolvidas em pequena equipe, há negociações por telefone, por carta, painéis, conferências; um grupo cede alguma coisa aqui, o outro alguma coisa lá, no debate entram os interesses nacionais, as questões financeiras, até que, finalmente, cada qual está 'pronto a assinar', muito embora nem todos fiquem felizes" (22).

Para Kuhn, os cientistas, cientes ou não, recebem treinamentos e recompensas que os impulsionam para a resolução de quebra-cabeças intrincados que habitam a interface entre o mundo fenomenal e as crenças de suas comunidades a respeito deste particular mundo fenomenal, mergulhando-os em questões de interesse, política, poder e autoridade (21).

Reforçando a famosa frase de Francis Bacon pela qual se afirma categoricamente que "ciência é poder", Norberto Bobbio reconhece que a ciência é um imenso instrumento de poder, não necessariamente por tornar os cientistas poderosos, mas por criar instrumentos que aumentam o poder dos que são capazes de se utilizarem dela (23).

Segundo Bobbio, a utilização da investigação científica para fins imorais (ainda que isto diga respeito mais à técnica do que à ciência) não depende da ciência, mas sim de determinados grupos de cientistas que por meio da aplicação das técnicas de investigação científica acabam por gerar efeitos socialmente danosos.

Entretanto, vivendo em uma época na qual encontramos rios de

tinta acerca da dependência mútua entre os dados e as teorias científicas, bem como em relação ao fato do progresso técnico científico não ter trazido o aperfeiçoamento moral da humanidade − mas apenas melhoramento material para parte dela, capacitando essa parte a exercer com maior eficácia sua vontade de potência −, o preço pago para se manter a ciência imaculada foi tentar trazer a neutralidade para seu cerne, registrando a sua definição como sendo "o conjunto das técnicas de pesquisa que devem servir para restringir ao máximo grau a intervenção das nossas preferências ou dos nossos juízos de valor" (23).

O reconhecimento de que a ciência não é eticamente neutra encaminha-nos, necessariamente, à reflexão sobre os valores envolvidos nas atividades científicas e igualmente sobre os fins buscados por elas.

Regressando a Olivé, os sistemas tecnocientíficos devem estar submetidos a uma avaliação em dois níveis: interno e externo. A avaliação interna deve focar o conceito de eficiência (adequação entre os meios e os fins propostos), bem como conceitos proximamente relacionados, *inter alia*, factibilidade (que seja passível de realização lógica e materialmente), eficácia (que alcance os fins propostos) e confiabilidade (que a eficiência seja estável). A avaliação externa, por sua vez, deve contemplar o contexto social e o cultural, oferecendo oportunidade de discussão sobre a desejabilidade das inovações tecnológicas e do desenvolvimento tecnológico para a sociedade, que sofrerá o impacto das aplicações desses sistemas em questão (24).

Sugere-se, por conseguinte, que a única justificativa moralmente plausível para o investimento em uma tecnologia específica seria a sua contribuição ao bem-estar dos seres humanos, sem que haja danos inaceitáveis a animais ou ao meio ambiente, sendo permitida apenas a exploração racional destes recursos, bem como o aproveitamento moralmente aceitável dos sistemas sociais (24).

A convergência na racionalidade epistêmica

Tal qual ocorre com a concepção da neutralidade da ciência, a concepção da convergência na racionalidade epistêmica pode ser encontrada de forma bem difundida em nossa sociedade atual, especialmente na comunidade acadêmica ocupada com as ciências duras.

Esta corrente baseia-se na idéia de que qualquer ser humano, seja ele quem for, esteja ele onde estiver, viva ele da forma que viver, caso seja capaz de desenvolver absolutamente sem limitações sua capacidade de conhecer o mundo, alcançará a exata mesma crença acerca do mundo que qualquer outro ser humano, que igualmente goze da extrema ausência de interferência no que tange ao exercício da racionalidade, alcançará.

No cerne desta crença, segundo Olivé, repousa o equívoco de que "há relações causais objetivas no mundo – isto é, relações cuja existência é independente do que cada indivíduo acredite – às quais, em princípio, podem ter acesso epistêmico todos os seres humanos" (20).

Significativa contribuição para esta discussão surgiu do trabalho de Thomas Kuhn, com suas reflexões acerca das revoluções científicas e da incomensurabilidade característica entre teorias científicas que se sucederam por meio de uma mudança paradigmática. Para Kuhn, a ciência pode avançar mediante uma evolução do tipo cumulativa normal, ou seja, quando novos conhecimentos apenas são agregados ao conhecimento previamente disponível; ou por intermédio de uma mudança revolucionária, que necessariamente envolve descobertas cujos conceitos não estavam já em uso, com mudanças nas leis da natureza e nos critérios pelos quais alguns termos estão ligados à natureza (21).

Em relação à incomensurabilidade, Kuhn utiliza metaforicamente este termo originalmente empregado na geometria para designar nenhuma linguagem comum, chamando nossa atenção para o fato de que inexiste uma linguagem que seja capaz de viabilizar uma tradução de uma teoria para outra, caso ambas sejam incomensuráveis, sem que surjam neste processo de tradução resíduos ou perdas. Por conseguinte, um léxico específico é capaz de oferecer acesso a apenas um conjunto de mundos possíveis, ao mesmo tempo em que torna inacessível outro conjunto de mundos possíveis. Após longos anos de reflexão, Kuhn apresenta a alteração do conhecimento da natureza intrínseco à própria linguagem como sendo a principal característica das revoluções científicas (21).

Concorda com esta posição o seguinte comentário de Koyré, que trata do papel fundante da linguagem geométrica para a ciência moderna, no contexto da revolução científica do século XVII:

> "A experimentação consiste em interrogar metodicamente a natureza. Essa interrogação pressupõe e implica uma linguagem na qual se formulam as perguntas, [...]. Como sabemos, para Galileu, era através de curvas, círculos e triângulos, em linguagem matemática ou, mais precisamente, em linguagem geométrica – não na linguagem do senso comum ou através de puros símbolos –, que nos devemos dirigir à natureza e dela receber respostas" (4).

A contribuição de Kuhn, por meio de sua reflexão tratando das revoluções científicas com mudanças paradigmáticas e da característica de incomensurabilidade entre paradigmas que se sucedem ao longo do desenvolvimento do pensamento científico, expõe a fragilidade da aceitação de teorias científicas vigentes como conhecimento demonstrado pela ciência, dotado da característica de verdade corroborada e permanente – certeza imutável alcançada.

Ao procedermos a comparação entre as distintas teorias com vocação para oferecer uma visão organizada de um mesmo grupo de fenômenos naturais, a aplicação do rótulo verdade deve ser mais parcimoniosa, quiçá talvez deva vir acompanhada da complementação até o momento ou por enquanto. Teorias históricas deixaram de ocupar o lugar do consenso por se considerar, à luz de teoria mais recente, falsas, ainda que tenham sido tidas como verdadeiras em suas épocas. Na dinâmica científica, o discurso que trata da verdade deve assumir um tom implícito de provisoriedade, de interinidade.

Diante dessa nova realidade, na qual houve o descarte da certeza da independência entre fatos e crenças e também da certeza de que a ciência nos aproxima cada vez mais do mundo real que independe de nossas culturas e de nossas mentes, Kuhn indica dois relevantes aspectos de uma reconceituação:

> "Em primeiro lugar, o que os cientistas produzem e avaliam não é a crença *tout court*, mas mudança de crença, [...] Em segundo, aquilo que a avaliação procura selecionar não são crenças que correspondam a um chamado mundo externo real, mas, simplesmente, ao melhor entre dois, ou o melhor dentre todos os corpos de crença efetivamente apresentados

> aos avaliadores no momento em que chegam a seu veredicto" (21).

Bobbio chama a atenção para o fato de que da mesma forma que o progresso científico pode apresentar em sua história revoluções significativas, assim também pode se dar com o progresso moral, do ponto de vista da filosofia da história, como pode ser exemplificado pela afirmação dos direitos do homem e sua transição de uma fase doutrinal, no pensamento jusnaturalista, para uma fase prático-política, nas Declarações do fim do século 18.

Essas são consideradas por Bobbio "uma verdadeira e própria revolução copernicana", remetendo-nos ao exemplo de Kuhn anteriormente citado. Bobbio afirma que encontraremos sempre um código de deveres ou de obrigações caso nossa busca se dê no início da história da moral. E em que pese o fato de que dever e direito são termos correlatos, no sentido de que um não pode existir sem o outro, códigos de direitos somente surgiram muito mais tardiamente na história da moral (23).

Consideramos importante salientar que seria um equívoco extrapolar a dependência entre os fatos observáveis na natureza e as teorias científicas correlacionadas para a concepção extremista da completa independência entre eles. Inquestionavelmente, o mundo real estabelece certo grau de comunicação com as teorias científicas, manifestando determinados aspectos condicionantes. A contribuição do mundo real para as teorias científicas se dá, via de regra, por restrições que resultam no descarte de hipóteses candidatas a teorias não suficientemente ancoradas em argumentos, observações ou experimentações racionais.

Tendo isto posto, Olivé nos conduz ao reconhecimento de que a razão é comum a todos os seres humanos, ou seja, todos nós temos a capacidade de aprender e usar uma linguagem, ter representações do mundo, escolher fins, eleger os meios possíveis para se alcançar tais fins, conectar diferentes ideias, realizar inferências lógicas, construir e analisar argumentos e, por fim, aceitar ou rejeitar ideias, valores e normas de conduta com base em razões. Trata-se de aceitar a posição equilíbrio entre o absolutismo (valores e normas morais com validade absoluta) e o relativismo extremo (juízos de valor com validade específica exclusivamente para determinados grupos humanos): o

pluralismo. Trata-se de aceitar que nenhum conceito apresenta um significado absoluto e, por corolário, não são válidos para toda a cultura humana – nem mesmo o conceito de direitos humanos, que para o pluralismo são tão somente direitos reconhecidos pelas sociedades modernas a todos os seres humanos pelo simples fato de pertencerem à espécie humana (24).

O progresso

Por fim, chegamos à quarta reflexão, aquela que acredita haver uma necessária relação entre a evolução da sabedoria pela ciência e da capacidade pela tecnologia com a evolução de conceitos morais. Ou seja, o aumento do conhecimento está diretamente implicando um crescimento moral em direção a um aperfeiçoamento da espécie humana.

Essa afirmação teve sua origem em uma imagem moderna da ciência que, segundo Paolo Rossi, pode ser caracterizada por três fatos: primeiro, a convicção de que diferentes gerações contribuem sucessivamente no sentido de aumentar o saber científico; segundo, a convicção de que este processo se dá sempre de forma incompleta, ou seja, o saber científico pode ilimitadamente sofrer acréscimos, integrações ou revisões e; terceiro, a convicção de que existe uma espécie de tradição científica (mais de cunho institucional do que em nível de teorias) na qual são acrescentadas as contribuições individuais.

Essa imagem moderna da ciência teve de superar dois obstáculos próprios da tradição hermética, presentes na cultura do século 17: a negação da prática da ciência com caráter secreto e iniciático e a negação da ideia de que a origem de toda a sapiência é mantida escondida em um passado longínquo (25).

Assim, discorrendo sobre a fé no progresso e da procura pela lei do progresso a propósito do tardo-iluminismo e do positivismo, é dessa forma que Rossi apresenta a ideia de progresso:

> "Essa fé repousava principalmente sobre três convicções: 1. na história está presente uma lei que tende, através de graus ou etapas, à perfeição e à felicidade do gênero humano; 2. tal processo de aperfeiçoamento é geralmente identificado com o

> desenvolvimento e com o crescimento do saber científico e da técnica; 3. ciência e técnica são a principal fonte do progresso político e moral, constituindo a confirmação de tal progresso'' (25).

Jonas interpreta o progresso não só como lei, mas igualmente como ideal. A relação que existe entre o julgamento de que as mudanças do passado ocorreram em direção a uma melhora, a fé de que esta direção é inerente à dinâmica do processo e persistirá no futuro e o compromisso em tornar esta situação o objetivo da humanidade fazem que muitos de nós acabemos por adotar uma postura progressista. E sendo a tecnologia o símbolo dominante do progresso nos dias atuais, este passa a implicar necessariamente melhorias de aspecto material que, por fim, gerariam aumento na produtividade da economia global.

Tendo considerado essas questões, Jonas nos alerta para o fato de que, ao julgarmos o recente superior ao anterior, devemos ter em mente que não se trata de emissão de juízos de valor, mas de tão-somente uma declaração descritiva. Ilustra esta afirmação o desenvolvimento de armas de destruição em massa, uma vez que o condenável é justamente o fato de que as armas mais recentes, por serem tecnologicamente superiores, apresentam maior poder de destruição (18).

Conclusão

A lei de Hume, exposta no *Tratado da Natureza Humana* como uma ''observação que talvez se mostre de alguma importância'', faz-se inquestionavelmente cada dia mais relevante para a reflexão da interface entre as questões de natureza epistemológica e as questões de natureza ética. Ao constatar com surpresa que em todo sistema moral, em um dado momento do discurso, as cópulas proposicionais usuais é e não é passam a ser sistematicamente substituídas por deve e não deve, Hume teceu o seguinte comentário:

> ''Essa mudança é imperceptível, porém da maior importância. Pois, como esse deve ou não deve expressa uma nova relação ou afirmação, esta precisaria ser notada e explicada; ao mes-

> mo tempo seria preciso que se desse uma razão para algo que parece inteiramente inconcebível, ou seja, como essa nova relação pode ser deduzida de outras inteiramente diferentes" (26).

Impedidos, por corolário, de derivarmos o que devemos fazer daquilo que podemos fazer, resta-nos uma atitude de prudência diante dos avanços biotecnocientíficos. A aplicação madura do princípio da precaução, pela avaliação racional dos benefícios previstos de serem alcançados e dos riscos possíveis de serem aceitos, poderia, em princípio, permitir que a ciência e a tecnologia avançassem de modo seguro para o aumento da qualidade de vida da população em geral. A maturidade na aplicação do princípio da precaução implica a participação dos diversos atores envolvidos em toda a cadeia de acontecimentos, do cientista que descobre, passando pelo tecnologista que realiza e chegando ao cidadão comum, alvo final da aplicação do conhecimento. Isto, claro, sem excluir legisladores, reguladores, produtores e quem mais for afeto ao tema em questão.

Infelizmente, hodiernamente, não são raros os alertas de que no âmbito dos poderes Legislativo e Executivo, a ciência vem sendo empregada como uma ferramenta útil para tornar argumentos defensáveis em justificativas legítimas para decisões previamente estabelecidas e acordadas, que tiveram como parâmetros influenciadores questões comerciais, políticas ou de outras naturezas similarmente comprometedoras.

Esse alerta se torna particularmente relevante quando da constatação de que em praticamente todas as áreas do conhecimento científico – tendo em vista a alta complexidade das questões tratadas – existem especialistas de notórios saber e competência que apresentam opiniões, extra-ciência dura, diametralmente opostas, tornando relativamente fácil fazer escolhas pretensamente científicas (27).

Deve-se buscar devolver a ciência aos cidadãos, na tentativa de garantir que as políticas científicas governamentais sejam o resultado de extensa reflexão por parte de todos os elementos da sociedade, e não mais decididas tendo por base as recomendações de um limitado grupo de cientistas especialistas (28). Nesse sentido, a informação social deve receber a atenção necessária para que suas três funções

básicas sejam exercidas de forma adequada:

> "a) impedir que a iniciativa popular se extinga em razão de complicações burocráticas e de instituições estáticas fechadas em si mesmas; b) garantir, até certo ponto, a eficiência da pressão vinda de baixo como um instrumento democrático de primeira linha [...] c) tender a manter certo grau de contato entre as decisões políticas e as aspirações dos cidadãos, protegendo-os tanto da precipitação autoritária como das tendências paternalistas" (29).

Fermin Roland Schramm chama a atenção para a necessidade de controle da atividade científica, a fim de evitar abusos de poder por parte de cientistas e instituições tecnoburocráticas e igualmente de controle do controle, a fim de evitar as possíveis conseqüências perversas do controle, como as influências de coerções, fanatismos e ignorâncias que podem comprometer a autonomia positiva da ciência (30).

A necessidade das atividades de controle e controle do controle, conforme proposto por Schramm, vem em sintonia com a idéia de equilíbrio entre os cientólatras e os tecnofóbicos previamente comentada. O diálogo genuinamente plural – com representações de todos os setores interessados, em que a racionalidade e a imparcialidade aparecem como elementos valorizados – surge como o caminho certo para o alcance dos mais significativos benefícios das biotecnologias com os menores riscos possíveis e aceitáveis.

Referências

1. Oliveira LA. Biontes, bióides e borgues. In: Novaes A, organizador. O Homem-máquina: a ciência manipula o corpo. São Paulo: Companhia das Letras; 2003.
2. Romano R. Moral e ciência, a monstruosidade no século XVIII. São Paulo: Editora SENAC; 2003.
3. United Nations Environment Programme. Convention on Biological Diversity. Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice [internet]. Recommendation IV/5: Consequences of the use of the new technology for the control of plant gene expression for the conservation and sustainable use of biological diversity. Montreal/CA; 21-25 Jun. 1999. Disponível

em: http://www.cbd.int/recommendation/sbstta/?id=7015
4. Koyré A. Estudos de história do pensamento científico. Rio de Janeiro: Editora Forense Universitária; 1991.
5. Rossi P. O nascimento da ciência moderna na Europa. Bauru: Editora EDUSC; 2001.
6. Ribeiro RJ. Novas fronteiras entre natureza e cultura. In: Novaes A, organizador. O Homem-máquina: a ciência manipula o corpo. São Paulo: Companhia das Letras; 2003.
7. Mir L, organizador. Genômica. São Paulo: Editora Atheneu, 2004.
8. Assad ALD; Aucélio JG. Biotecnologia no Brasil – recentes esforços. In: Silveira JMFJ, Dal Poz ME e Assad ALD, organizadores. Biotecnologia e recursos genéticos, desafios e oportunidades para o Brasil. Campinas: Instituto de Economia / Financiadora de Estudos e Projetos; 2004.
9. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Towards a code of conduct for plant biotechnology as it affects the conservation and utilization of plant genetic resources. Rome: 14 Oct., 2002.
10. Brasil. Ministério do Meio Ambiente [internet]. Diversidade biológica do Brasil - [acesso em 26/Set/2005]. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/sbf/chm/biodiv/brasil.html
11. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [internet]. Agronegócio brasileiro: uma oportunidade de investimentos - [acesso em 26/Set/2005]. Disponível em http://www.agricultura.gov.br/portal/page?_pageid=33,968707&_dad=portal&_schema=PORTAL
12. Martinson BC; Anderson MS; De Vries R. Scientists behaving badly. Nature. 2005; 435:737-738.
13. Garrafa V. Bioética e ciência – até onde avançar sem agredir. In: Costa SIF; Garrafa V; Oselka G, organizadores. Iniciação à bioética. Brasília: Conselho Federal de Medicina; 1998.
14. Maia AC. Biopoder, biopolítica e o tempo presente. In: Novaes A, organizador. O Homem-máquina: a ciência manipula o corpo. São Paulo: Companhia das Letras; 2003.
15. Siqueira JE. Ética e tecnociência. Londrina: Editora UEL; 1998.
16. Potter VR. Bioethics, Bridge to the future. New Jersey: Prentice-Hall; 1971.
17. Potter VR. Global bioethics, building on the Leopold legacy. Michigan: Michigan State University Press; 1988.
18. Jonas H. The imperative of responsibility: in search of an ethics for the technological age. Chicago: The University of Chicago Press; 1984.
19. Beecher HK. Ethics and clinical research. The New England Journal of Medicine. 1966; 16:1354-1360.
20. Olivé L. Epistemologia na ética e nas éticas aplicadas. In: Garrafa V; Kottow M; Saada A, organizadores. Bases conceituais da bioética, enfoque

latino-americano. São Paulo: Editora Gaia; 2006.
21. Kuhn TS. O Caminho desde a estrutura. São Paulo: Editora Unesp; 2003.
22. Feyerabend PK. Diálogos sobre o conhecimento. São Paulo: Perspectiva; 2008.
23. Bobbio N. Teoria geral da política. A filosofia política e as lições dos clássicos. Rio de Janeiro: Editora Campus; 2000.
24. Olivé L. El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y de la tecnología. México: Paidós; 2000.
25. Rossi P. Naufrágios sem espectador. A idéia de progresso. São Paulo: Editora UNESP; 2000.
26. Hume D. Tratado da natureza humana. São Paulo: Unesp/Imprensa Oficial; 2000.
27. Mayor F. Ciência e poder hoje e amanhã. In: Mayor F; Forti A. Ciência e poder. Campinas: Papirus; 1998.
28. Forti A. Introdução. In: Mayor F; Forti A. Ciência e poder. Campinas: Papirus; 1998.
29. Ferrarotti F. A Revolução industrial e os novos trunfos da ciência, da tecnologia e do poder. In: Mayor F; Forti A. Ciência e poder. Campinas: Papirus; 1998.
30. Schramm FR. Bioética e moralidade das biotecnologias. Rio de Janeiro: Interciência; 1999.

Recebido em: 21/06/2010 Aprovado em: 20/09/2010