

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

**A questão da neutralidade:
um debate necessário no ensino de ciências.**

Paulo Roberto dos Santos

**Dissertação de Mestrado apresentada à
Comissão de Pós-Graduação da
Faculdade de Educação da Universidade
de São Paulo, sob a orientação do Prof.
Dr. Marcos Barbosa de Oliveira.**

**Fevereiro de 2004
São Paulo**

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

**A questão da neutralidade:
um debate necessário no ensino de ciências.**

Paulo Roberto dos Santos

**Fevereiro de 2004
São Paulo**

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Barbosa de Oliveira, pela aprendizagem que me proporcionou com sua inteligente orientação, amizade e discussões no Grupo de Pesquisa em Educação, Ciência & Tecnologia (GPEC&T)

Aos meus colegas do Grupo de Pesquisa, especialmente à Prof^a. Dr^a. Isabel Loureiro, ao Prof. Dr. Ricardo Monteagudo e à doutoranda Cleide Franchi pelas reflexões e debates que trouxeram para o GPEC&T.

Ao Prof. Dr. Pablo Rubén Mariconda e ao Prof. Dr. Maurício Pietrocola pelas valiosas sugestões e recomendações no Exame de Qualificação.

Aos meus colegas professores do Colégio Anhembí Morumbi que sempre me incentivaram desde o início do meu projeto de pesquisa.

Aos meus pais, Alice (81) e José (88). Devo a eles o eterno agradecimento de me terem ensinado a acreditar no trabalho persistente como meio de crescimento pessoal.

À minha esposa Maria Luiza dos Santos e filha Ana Beatriz Romano dos Santos pelo apoio e pela paciente compreensão com relação às minhas ausências motivadas pela pesquisa.

SUMÁRIO

I – Resumo	5
II – Introdução	7
III – A questão da neutralidade da ciência nos Parâmetros Curriculares Nacionais.....	11
IV – O relativismo e a tese da imparcialidade	33
V – A neutralidade aplicada.....	62
VI – A neutralidade cognitiva.....	81
VII – O debate sobre a neutralidade nas escolas.....	95
VIII – Considerações Finais.....	116
Referências bibliográficas.....	122

Resumo

O presente estudo é resultado de uma pesquisa teórica, de natureza filosófico-educacional em torno da tese da neutralidade da ciência negada explicitamente pelos Parâmetros Curriculares Nacionais nos volumes que tratam do ensino de Ciências Naturais. O documento reitera insistentemente que o ensino de ciência deve favorecer a reflexão sobre o caráter não-neutro da ciência e suas implicações políticas e sociais, porém não oferece uma definição clara do conceito de neutralidade. Nosso objetivo foi o de identificar os elementos que devem compor uma noção adequada de neutralidade, sendo um dos requisitos o de que a negação da neutralidade da ciência não implique alguma forma de relativismo. Um autor que tem se dedicado a essa questão é Hugh Lacey, cujos trabalhos foram tomados como referencial básico em todas as nossas reflexões. O aspecto fundamental da filosofia da ciência de Lacey é sua abordagem da racionalidade científica em termos de valores (*valores cognitivos* e *valores sociais*), não em termos de regras, como acontece na tradição positivista. Ao processo epistemológico de seleção de teorias em termos de compromisso com um conjunto de valores exclusivamente cognitivos, Lacey atribui o atributo da *imparcialidade*. A defesa da imparcialidade não impede que os valores não-cognitivos (sociais) tenham também um papel essencial na prática científica. A presença de valores sociais no interior da ciência pode dar-se no nível das escolhas tecnológicas concretas – *neutralidade aplicada* –, e num nível mais abstrato denominado por Lacey de nível das estratégias – *neutralidade cognitiva*. Em última análise, é a *estratégia* que vai restringir os tipos de teorias que podem ser desenvolvidas e investigadas pela ciência moderna que, por conseguinte, carece de neutralidade cognitiva. Tal ciência é ensinada nas escolas como modelo único e fechado de racionalidade científica. Nossa conclusão é que uma maneira de se trabalhar o tema da neutralidade de forma construtiva é apresentá-la indiretamente aos alunos, ou seja, mostrando e discutindo outros possíveis sistemas explicativos da natureza. Numa sociedade realmente democrática, é importante que se valorizem os conhecimentos adquiridos por meio de abordagens alternativas.

Abstract

This present study is the result from a theoretic research, of philosophical and educational nature, around the thesis of science's neutrality explicitly denied by the National Curriculum Parameters, on the books regarding the Natural Sciences teaching. The document says insistently that the teaching of science must aid the reflection about the non-neutral character of science and its political and social implications, however it does not offer a clear position of the concept of neutrality. Our goal was identify the elements that must be part of a proper notion of neutrality, being one of the requested items that the denial of science's neutrality does not imply any shape of relativism. One author that has been dedicating himself to this question is Hugh Lacey, whose works have been taken as basic references at all our reflections. The fundamental aspect of Lacey's science's philosophy is his approach of science's rationality on values' terms (*cognitive values* and *social values*), not in terms of rules, as it happens at the positivist tradition. To the epistemological process of selection of theories in terms with compromise of a key of exclusively cognitive values, Lacey sets the attribution of *impartiality*. The defense of impartiality does not stop the non-cognitive values (social) from having an essential role at the scientific practice. The presence of social values at science's core can happen at the technological choices' level – *applied neutrality* – and, in a more abstract way, named by Lacey 'strategy level' – *cognitive neutrality*. In the end, it is the *strategy* that will restrict the kind of theories that can be developed and investigated by modern science that, as a consequence, lacks cognitive neutrality. Such science is taught in schools as a single model, away from scientific rationality. Our conclusion is that a way to work with the theme of neutrality in a constructive way is to present it indirectly to the students, that is, showing and discussing other possible systems that explain Nature. In a really democratic society, it is important to praise the knowledge acquired by other alternative approaches.

I – INTRODUÇÃO

Este trabalho pretende ser uma reflexão em torno da tese da *neutralidade da ciência* negada explicitamente pelos Parâmetros Curriculares Nacionais nos volumes que tratam do ensino de Ciências Naturais. Sendo este documento do Ministério da Educação um orientador para uma renovação das práticas educativas no país e o inspirador destas considerações, logo no início apresentamos um breve histórico de sua origem e elaboração. A seguir, nossa atenção é dirigida para a constatação de uma novidade no campo das teorizações sobre o ensino de ciências, a saber, a forma incisiva com que o documento reitera a necessidade de se superar a postura “cientificista” que, no terreno do ensino de ciências, sempre o entendeu como sinônimo de descrição de seus conteúdos conceituais, à margem de uma reflexão sobre o significado ético-social das conquistas humanas no interior da ciência.

De acordo com o texto, o caráter histórico da ciência é o responsável direto por sua não-neutralidade e, por essa razão, não pode ser deixado de lado pelo professor. Neste sentido, as aulas de ciências não podem limitar-se a uma simples transmissão dos conhecimentos construídos e acumulados pela humanidade ao longo dos anos. É importante favorecer a discussão, o debate, a reflexão sobre as conquistas científicas passadas e recentes e sobre as implicações políticas e sociais da produção e aplicação dos conhecimentos científicos e tecnológicos. O ensino de ciência deve ir assim acompanhado de um consciente questionamento sobre o papel social da ciência no mundo moderno.

No primeiro capítulo, nossa atenção é voltada para o seguinte problema: ao mesmo tempo em que os Parâmetros tratam do complexo tema da neutralidade e o consideram como essencial para uma formação do espírito crítico do aluno-cidadão, não há em nenhuma parte do documento uma definição explícita sobre o assunto. Foi a constatação dessa carência que estimulou nosso projeto de pesquisa, cujo objetivo é encontrar os elementos que devem compor a noção de neutralidade e que

possa servir tanto para orientar o professor nos debates em sala de aula como em suas leituras de aprofundamento dos Parâmetros.

Perguntar sobre a neutralidade da ciência é explorar o papel que os valores desempenham na atividade científica. A alegação de que a ciência não é neutra – tese aqui compartilhada por nós com os Parâmetros – admite que valores sociais, políticos, econômicos, morais, ideológicos, etc., participam de alguma maneira do esforço racional na interpretação dos fenômenos naturais. Isso, contudo, tem levado muitos críticos da ciência a concepções equivocadas da neutralidade que, por seu relativismo, acabam alienando aqueles que, embora compartilhando uma postura crítica, admitem uma esfera na prática científica da qual os valores sociais podem e devem estar ausentes.

Assim, nossa preocupação é tentar avançar na questão da neutralidade sem, contudo, cair em interpretações relativistas que, a meu ver, pela sua própria inconsistência interna, devem ser evitadas. Um autor da atualidade que vem apresentando uma definição clara, ainda que complexa, da tese da neutralidade da ciência neste sentido é Hugh Lacey. Seus trabalhos foram tomados como referencial básico em todas as nossas reflexões.

No capítulo dois, procuramos examinar a abordagem da racionalidade científica em termos de valores e não em termos de regras, como sempre se pretendeu na filosofia da ciência de tradição positivista. Um dos aspectos mais importantes da análise de Lacey é a distinção inicial que ele faz entre *valores cognitivos* e *valores sociais* ou *morais*. Para ele, a racionalidade da ciência é concebida em termos de compromisso com um conjunto de valores cognitivos tais como a adequação empírica da teoria, a exatidão nas previsões, a abrangência explicativa, a simplicidade, etc. A alegação de que a ciência é neutra, de acordo com esta maneira de se conceber a racionalidade, deve ser interpretada como dizendo ser a ciência livre de valores sociais, morais ou ideológicos, não de valores cognitivos. A essa norma Lacey dá o nome de *imparcialidade*, tese que em sua filosofia da ciência se refere especificamente ao processo epistemológico de seleção de teorias.

Se quisermos evitar o relativismo, a tese da imparcialidade deve ser preservada como um valor, um *ideal* científico.

A defesa da imparcialidade não impede, no entanto, que valores não-cognitivos tenham também espaço importante e essencial na prática científica. No terceiro capítulo analisamos o papel decisivo dos valores sociais numa dimensão em que a ciência não é neutra. Nossa posição neste ponto é que a não-neutralidade aparece no momento em que o cientista, ou melhor, a equipe – o laboratório, o instituto, o complexo industrial-militar, o próprio governo através das agências de incentivo à pesquisa, etc. – envolvida na busca do conhecimento científico *escolhe* um objeto específico de pesquisa em detrimento de outros, *seleciona* os problemas que serão investigados, *decide* usar determinado método de análise na esperança de obter resultados específicos e *prioriza* as tecnologias que serão incorporadas ao dia a dia das pessoas. Tais escolhas, com certeza, obedecem a interesses concretos, de caráter não exclusivamente cognitivo como pretenderia a alegada busca “desinteressada” da verdade. Valores sociais, políticos, comerciais ou ideológicos de grupos particulares ou de instituições governamentais, especialmente as militares, são os responsáveis pelo direcionamento assumido nas pesquisas científicas. A esta análise valorativa das práticas científicas, Lacey associa o conceito de *neutralidade aplicada*.

No capítulo quatro consideramos a ciência em sua relação com os valores sociais num nível mais geral e abstrato e ao qual se associa o conceito de *neutralidade cognitiva*. Trata-se da dimensão das escolhas que se fazem num nível denominado por Lacey de nível das *estratégias* adotadas na investigação científica. É a estratégia que vai restringir os tipos de teorias que podem ser desenvolvidas, determinar as questões que interessam ser estudadas, identificar as possibilidades materiais das realidades investigadas, etc. De acordo com esta noção Lacey vai caracterizar a ciência moderna como um entendimento que é fruto de uma *estratégia materialista*, na qual o valor social que condiciona tais escolhas é o valor do controle baconiano da natureza, objetivo central da tecnologia moderna.

No capítulo cinco, voltamos nossas atenções aos Parâmetros a fim de questionar a função que deve ter a educação científica e, ao mesmo tempo, fazer com que se perceba que a ciência tem sido ensinada aos estudantes quase sempre como modelo único e fechado de racionalidade científica do mundo. Como estratégia de se escapar dessa limitação, uma maneira de se trabalhar o tema da neutralidade de forma construtiva é apresentá-la aos alunos indiretamente, ou seja, mostrando e discutindo outros sistemas explicativos também eficientes, mas que atendem a outros interesses distintos daqueles que a ciência moderna tenta satisfazer.

Como conclusão, a negação da neutralidade da ciência levou-nos a admitir que outras formas de se entender a natureza, distintas daquela que a ciência explora, são possíveis. O importante é que elas possam ser desenvolvidas de uma maneira sistemática e constante. Para isso, nossa proposta aponta no sentido de se promover a discussão e o debate sobre o assunto nas escolas e nas universidades, etc.; que os responsáveis pelos financiamentos de pesquisas científicas se abram para outros tipos de entendimento da natureza e que os setores que determinam as políticas de C&T para o desenvolvimento social do país valorizem os conhecimentos adquiridos em abordagens alternativas.

II – A QUESTÃO DA NEUTRALIDADE DA CIÊNCIA NOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS

Durante a década de 1990, a educação brasileira nos níveis fundamental e médio assistiu a diversas iniciativas de reformulação curricular, tanto em relação aos tradicionais conteúdos desenvolvidos no Ensino Básico, como principalmente em relação à qualidade e à visão, por assim dizer, mais “social” na maneira de se trabalhar os conteúdos previstos para cada área de ensino. O empreendimento visa implantar em todo território nacional uma educação que seja capaz de preparar as crianças e jovens para o processo democrático, oferecendo a elas as condições necessárias de uma verdadeira participação na vida social.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) foram um dos primeiros documentos elaborados pelo Ministério da Educação (MEC) com a finalidade de apresentar alternativas para uma renovação da educação. Uma mudança inspirada, em parte, nas profundas transformações por que passa a sociedade contemporânea e, em parte, na necessidade de se propor uma prática educativa adequada às necessidades sociais, políticas, econômicas e culturais da realidade brasileira.¹

Uma das principais preocupações do documento é estabelecer um conjunto de orientações e recomendações que garantam, a todos os estudantes, não só a formação necessária para o trabalho, como também a possibilidade de se adquirir na escola os conhecimentos básicos reconhecidos como importantes e necessários para o exercício da cidadania.

Este trabalho pretende desenvolver algumas considerações sobre a *tese da neutralidade da ciência* apontada nos PCNs² como assunto de fundamental importância na forma de se tratar e de se transmitir os conhecimentos científicos

¹ BRASIL, 1997a, p. 33.

² O tema da neutralidade da ciência é tratado, sobretudo, no volume 4 – Ciências Naturais. Mas é, também, mencionado no volume 1 - Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais e no volume 10.2 – Temas Transversais – Ética.

modernos. É um tema que, no novo cenário escolar, segundo os PCNs, não pode ser esquecido e, por isso mesmo, deve ser repensado dentro da perspectiva renovadora do ensino de ciências naturais.

De acordo com os Parâmetros, o ensino de ciência considerado tradicional sempre tomou o conhecimento científico como neutro e a verdade científica nunca era questionada.³ Os professores estariam cumprindo suas funções se conseguissem transmitir eficazmente os conhecimentos científicos acumulados pela humanidade. Assim, um bom curso de ciência seria aquele que conseguisse passar aos estudantes uma significativa quantidade de conteúdos previstos para a área.

As novas propostas de ensino pretendem que a Escola vá mais além da simples transmissão e garantia de que determinados conceitos e procedimentos científicos sejam adquiridos pelos estudantes. É necessário formar o jovem de tal maneira que ele saiba questionar o próprio saber científico, seu uso social, político e econômico, os modos como o homem vem intervindo na natureza e utilizando os recursos naturais, as questões sociais entre conhecimento e poder, as relações entre Ciência, Sociedade e Tecnologia, etc.

É dentro dessa perspectiva que a tese da *neutralidade da ciência* é questionada pelos PCNs. Um tema amplo e complexo, mas sobre o qual, segundo o documento, os professores de ciência devem refletir para poder conduzir em sala de aula o debate sobre a intrincada rede de relações que existe entre a produção científica e o contexto socioeconômico e político no qual ocorrem tais relações.⁴ Minha preocupação é a de levantar algumas questões e fazer outras tantas reflexões a fim de enriquecer o debate, sem com isso pretender dar a palavra final sobre o assunto.

Tendo em conta a importância e a abrangência dos PCNs como um dos mais recentes instrumentos oficiais de reflexão sobre a educação no Brasil e sendo aquele documento o inspirador das questões levantadas neste trabalho, é importante recordarmos, ainda que brevemente, alguns detalhes da história de sua origem e elaboração.

³ BRASIL, 1997b, p. 19.

⁴ BRASIL, 1997b, p. 26.

Desde 1990 o governo brasileiro vem tomando uma série de medidas cujo propósito é pôr em marcha, em âmbito nacional, uma reforma na Educação Básica tendo como meta a formação de alunos capazes de enfrentar o mundo moderno como cidadãos conscientes, participativos, autônomos, críticos, capazes de atuar com competência, dignidade e responsabilidade na sociedade em que vivem.⁵

Já no ano de 1990 o Brasil participou da Conferência Mundial de Educação para Todos, em Jomtien, na Tailândia, um encontro internacional promovido pela Unesco, Unicef, PNUD e Banco Mundial e, como resultado daquele encontro, assinou a Declaração de Nova Délhi. No documento, países em desenvolvimento, como o Brasil, assumiram o compromisso de lutar pela educação básica de qualidade para todos e ampliar as oportunidades de aprendizagem para crianças, jovens e adultos.

Os compromissos assumidos internacionalmente pelo Brasil, aliados a uma análise dos problemas da realidade educacional brasileira levaram o MEC a elaborar o Plano Decenal de Educação para Todos (1993-2003), que estabeleceu um conjunto de diretrizes políticas voltado para a recuperação da escola fundamental e média através da contínua busca de um ensino de qualidade para todos.

A partir daí o governo inicia um processo de discussão em torno da identificação de problemas que deverão ser superados dentro e através do sistema educacional brasileiro. Antigos problemas como a exclusão social, a profunda estratificação da sociedade brasileira, a injusta distribuição de renda, o difícil acesso aos recursos culturais – científicos e artísticos –, a pouca participação do cidadão na política, o difícil domínio da língua falada e escrita, etc. foram apontados como alvos que deveriam ser atacados e corrigidos por uma reorientação curricular da educação básica do país. Consciente de que as mudanças necessárias não poderiam ser alcançadas por um decreto do executivo, mas sim pelo consenso dos agentes promotores da Educação, o governo resolve, através do MEC, fazer uma série de

⁵ BRASIL, 1997a, p. 33.

consultas e reuniões com entidades educativas e autoridades acadêmicas ligadas à pesquisa educacional.

Em maio de 1993 realiza-se a Semana Nacional de Educação para Todos, da qual participam diversos segmentos representativos da sociedade. No evento são discutidas as questões relativas à educação básica e firma-se com o governo um Compromisso Nacional de Educação para Todos. No ano seguinte, em setembro de 1994 realiza-se a Conferência Nacional de Educação para Todos, onde é firmado um pacto de luta pela Valorização do Magistério e Qualidade de Educação, documento que servirá de balizador do Plano Decenal de Educação e que “tem por objetivo estabelecer e implementar uma política de longo alcance para a profissionalização do magistério com vistas à elevação dos padrões de qualidade da educação pública”.⁶

Naquela mesma ocasião, como que seguindo numa direção paralela, ainda que com as mesmas finalidades das discussões realizadas no MEC, estava em tramitação no Congresso Nacional o Projeto da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), comandado pelo então senador Darcy Ribeiro e que acabou sendo aprovado em 20 de dezembro de 1996 pela Lei Federal 9394/96.

Foram várias as iniciativas patrocinadas pelo MEC em paralelo com as discussões no Congresso em torno da LDB. Uma delas é a publicação em versão preliminar, datada de dezembro de 1995, dos PCNs e encaminhada para consulta e avaliação às diversas instâncias do sistema educacional brasileiro e a um grande número de docentes, especialistas e pesquisadores universitários. A todos eles o MEC solicitou um parecer sobre o texto em sua totalidade ou parte dele.

O documento pretendia esclarecer, ampliar e concretizar melhor as discussões e propostas curriculares que já vinham sendo debatidas em âmbito nacional, tanto no campo acadêmico como nas unidades federativas. Qual deverá ser a direção da formação dos jovens brasileiros? Qual o padrão de qualidade que se quer nas escolas? Qual será o conteúdo mínimo de conhecimentos necessários para o pleno

⁶ BRASIL, 1994.

exercício da cidadania? Como dar a todos as possibilidades de uma plena participação social? Como desenvolver nos jovens o espírito participativo, autônomo, reflexivo e crítico necessário a todo cidadão consciente dos seus direitos e deveres? Estas e outras questões semelhantes já eram tratadas naquela versão preliminar dos Parâmetros.

No ano seguinte à divulgação da primeira versão dos PCNs, a LDB é aprovada no Congresso. E de acordo com a nova Lei, o artigo 9º, inciso IV atribui à União, em colaboração com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, a responsabilidade de formular diretrizes capazes de nortear os currículos e seus conteúdos mínimos, de modo a assegurar a todos os jovens do país uma formação básica comum.

Com a finalidade de atender aquela responsabilidade – agora prevista em Lei (LDB) –, os PCNs, já em fase avançada de discussão, ganham maior importância. Passam a ser entendidos como uma referência nacional desejada e necessária para os ensinos fundamental e médio. Pretende-se com eles apresentar uma proposta que garanta a todas as crianças e jovens do país o direito de adquirirem os conhecimentos indispensáveis para o exercício da cidadania.

É assim que, em 1997, após ouvir e discutir os pareceres e as conclusões de encontros com acadêmicos, professores e especialistas, a Secretaria de Educação Fundamental do MEC reelaborou a versão preliminar levando em consideração as observações, críticas e sugestões encaminhadas e decidiu publicar em vários volumes os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino fundamental em sua versão definitiva.

São 10 volumes relativos ao primeiro e segundo ciclos – (1ª - 4ª Série) – organizados da seguinte forma: um introdutório, oito divididos entre as diversas Áreas de Conhecimento (Língua Portuguesa, Matemática, História, Geografia, Ciências Naturais, Educação Física, Arte e Língua Estrangeira) e o último sobre os chamados *Temas Transversais*, uma novidade que envolve temas sociais como Ética, Meio Ambiente, Pluralidade Cultural, Saúde e Orientação Sexual. Para o

terceiro e quarto ciclos – (5ª - 8ª Série) –, publicados em 1998, os PCNs estão compostos por outros 17 volumes separados também entre as Áreas de Conhecimento e os mesmos *Temas Transversais*. Aqui, porém, além de um volume exclusivo para a *apresentação* do significado dos Temas Transversais na Educação Básica, e de outro relativo à Bibliografia sobre tais temas, cada um deles é tratado em volume separado, tendo sido a lista aumentada de mais um: Trabalho e Consumo.

Vale ressaltar ainda que, se por um lado, os Parâmetros respondem ao cumprimento de uma responsabilidade de competência da União (MEC) previsto pela LDB, por outro lado, vem cumprir uma exigência da própria Constituição Federal de 1988, que prevê em seu art. 210 que o Estado tem a obrigação de elaborar e fixar conteúdos mínimos capazes de orientar as práticas educativas de maneira a ajustá-las aos ideais democráticos em todo território nacional.⁷

Assim, os PCNs constituem na atualidade um referencial oficial para uma renovação curricular. Seus volumes contêm os sinalizadores do padrão de excelência que os órgãos governamentais envolvidos mais diretamente com a educação entendem ser fundamental dentro da nova perspectiva de se educar os jovens para a cidadania.

De acordo com o próprio texto, o documento não se apresenta como um modelo de currículo homogêneo e impositivo para as escolas e professores, nem pretende ser uma coleção de regras obrigatórias, mas uma *referência de qualidade* para a qual deve convergir um conjunto de medidas de política educacional do Ministério da Educação, conjugado com uma série de procedimentos educativos mais locais, como os projetos pedagógicos das escolas, os planejamentos das aulas, o aperfeiçoamento profissional dos professores, etc.⁸ São recomendações consistentes que visam difundir os princípios básicos da reforma curricular previstos na LDB, além de servir de subsídio aos professores para a implantação da reforma pretendida.

⁷ Com efeito, o art. 210 da CF 1988 dispõe que “serão fixados conteúdos mínimos para o ensino fundamental, de maneira a assegurar formação básica comum e respeito aos valores culturais e artísticos, nacionais e regionais”.

⁸ BRASIL, 1997a, p. 13.

O ponto de partida deste trabalho é a constatação de que algumas das propostas apresentadas pelos PCNs, particularmente no que se refere ao ensino de ciências, representam um autêntico avanço com relação ao ensino tradicional da área. Trata-se de uma verdadeira novidade para os padrões do ensino de ciências naturais nos últimos anos. Foi precisamente a novidade do assunto que nos estimulou para este estudo. Refiro-me à tese da *neutralidade da ciência* que, por seu caráter filosófico, ético e sociológico, longe, portanto, dos acostumados conceitos científicos que o professor sempre se preocupou em transmitir aos seus alunos, nunca havia sido antes considerado um conhecimento escolar próprio da área do ensino de ciência.

Apesar de conter inovações positivas, os PCNs têm sido, desde o início, objeto de críticas por parte de membros da comunidade científica educacional. Para uns, era imprescindível ter discutido mais profundamente a concepção geral dos PCNs e os conteúdos das diferentes áreas de conhecimento escolar. Para outros, o processo de elaboração e divulgação dos parâmetros não teria sido democrático, pois não levou em conta as características das escolas, as experiências e as reais condições de trabalho dos professores. E há também os que apontam a política educacional do governo como excessivamente centralizadora, ou seja, pouca participação das diversas instâncias educativas do país nas definições curriculares dos PCNs.⁹

Entretanto, sem pretender suavizar o peso destas críticas, vale a pena ressaltar, a meu ver, um aspecto muito positivo na forma como ali são tratadas as concepções sobre a Ciência e a Tecnologia. De modo geral, e não apenas nos volumes referentes às ciências naturais, os PCNs tomam como premissa fundamental a idéia de que a educação deve estar dirigida para a formação da cidadania. Isto significa que, além da formação para o mundo do trabalho, ou seja, para o exercício de uma profissão, a educação deve contribuir para a formação do cidadão, com tudo o que isso implica em termos de informação, de capacidade de refletir por conta própria, de questionar a realidade, de levantar dúvidas, de participar da vida pública e do desenvolvimento da sociedade. Não basta capacitar o aluno com algumas habilidades específicas. É

⁹ BONAMINO e MARTINEZ, 2002, p. 375.

necessário garantir a todos uma aprendizagem mais crítica, menos passiva. Educar é, segundo os parâmetros, formar o jovem para que ele possa compreender, para então participar mais ativamente da vida em sociedade.

Juntando essa premissa e a constatação da enorme importância da Ciência e da Tecnologia no mundo de hoje com a relevância que essas práticas têm em diferentes aspectos da nossa vida e da nossa sociedade, os PCNs concluem que o ensino de ciência não pode se limitar à transmissão dos conteúdos, por assim dizer, “internos” às diferentes áreas científicas – ou seja, às teorias e práticas científicas –, mas é necessário ir mais longe e explorar com os alunos *o papel da ciência na sociedade*. Trata-se de uma amplificação consciente dos horizontes da formação escolar na direção de um olhar mais crítico, menos conformista, com relação à própria Ciência e Tecnologia.

Segundo os Parâmetros, uma das raízes de um posicionamento mais crítico com relação à Ciência moderna é que não se pode entendê-la como simples resultado do mero esforço intelectual de um ou mais homens geniais, e sim como construção humana social que se deu num lugar e num tempo histórico determinado por conflitos, questionamentos e interesses dos homens que viviam naquele lugar, naquele tempo.¹⁰

Por outro lado, a Ciência não é e nem pode ser considerada como um processo progressivo, linear, perfeito e acabado de conhecimento, já que é uma construção humana inacabável, cheia de sobressaltos, sujeita a constantes mudanças de rumo e, ao mesmo tempo, permeada de aspectos sociais, éticos, políticos e econômicos importantes para a formulação e o sucesso das diferentes teorias científicas em cada momento histórico.

Sendo assim, a Ciência não pode ser vista – e conseqüentemente, não pode ser transmitida aos alunos – como um conhecimento acabado e perfeito e, por isso, superior aos outros. Menos ainda, como algo inquestionável. Apesar de ser “uma” entre as diversas formas humanas de conhecimento, distingue-se pelas suas

¹⁰ GUERRA, A., 2002, p. 9.

características peculiares: rigor, precisão, regularidade, capacidade de previsão e de modificação do ambiente, etc. Talvez sejam essas algumas das raízes do seu enorme prestígio. De qualquer maneira, é um conhecimento que complementa e compartilha com outros, como a arte, a filosofia, a religião e a cultura popular, a enorme bagagem cultural da humanidade pela qual o homem compreende e se relaciona com o mundo.

Penso que essas foram algumas das razões que levaram os autores dos PCNs ao problema da *neutralidade* da Ciência como questão que deve ser debatida entre professores e alunos nas salas de aulas. Trata-se de um olhar crítico para a Ciência e a Tecnologia modernas que, nas circunstâncias atuais, em razão da enorme influência que os aparatos científicos e tecnológicos têm na nossa vida, exigem de todos um posicionamento político e ético ao mesmo tempo diante das rápidas transformações sociais provocadas pela Ciência.

Assim, os PCN abrem – dentro da área de ensino de ciências naturais – um enorme leque de discussão com relação ao avanço da ciência experimentado socialmente por cidadãos de diversos países do mundo, inclusive o Brasil, e os problemas que esse mesmo desenvolvimento tem trazido à sociedade em geral.

A tese da não-neutralidade da ciência reconhecida pelos Parâmetros e lembrada várias vezes ao longo do documento, expressa a postura crítica assumida pelos seus autores com relação à Ciência e Tecnologia. É, sem dúvida, uma tese ousada para os tradicionais padrões de ensino de ciência e, ao mesmo tempo, uma proposta provocadora para a sala de aula, já que questiona o que até agora foi considerado inquestionável: a independência ético-racional do conhecimento científico e das suas aplicações práticas, a Tecnologia.

Tudo isso significa que a Ciência não pode ser ensinada e, portanto, aprendida pelos alunos à margem das questões sociais. No Brasil, por exemplo, problemas como a injusta distribuição da renda e a estratificação social, o descompasso entre os avanços tecnológicos aliados ao progresso econômico e o desenvolvimento social, a exploração descontrolada dos recursos naturais e a degradação do meio ambiente, os

problemas dos transgênicos, etc., trazem à tona a urgente necessidade de se criar no país uma educação científica voltada para a construção da cidadania, que forme cidadãos esclarecidos, vigilantes e críticos, não simples consumidores fascinados com a moderna tecnologia. É fundamental que as escolas formem cidadãos capazes de participar ativamente das discussões sobre as soluções para os problemas gerados pela modernização tecnológica, ao mesmo tempo em que tenham condições de apresentar alternativas para os rumos que se pretende impor ao desenvolvimento científico-tecnológico do país.

De acordo com os PCNs, se queremos preparar os jovens para “um ensino de qualidade capaz de formar cidadãos que interfiram criticamente na realidade para transformá-la e não apenas para que se integrem ao mercado de trabalho”¹¹, não podemos ensinar-lhes uma Ciência desvinculada do seu significado histórico-social. Não podemos tratar a Ciência em sala de aula como se as suas descobertas e explicações do mundo fossem independentes da vida das pessoas e da sociedade. Nem se pode passar aos alunos a idéia de que a Ciência é o resultado do esforço pessoal de indivíduos geniais comprometidos apenas com as descobertas racionais relacionadas ao funcionamento natural do mundo.

Por isso, ao relacionar o ensino de ciências com a formação para a cidadania, o documento afirma claramente:

Numa sociedade em que se convive com a supervalorização do conhecimento científico e com a crescente intervenção da tecnologia no dia-a-dia, não é possível pensar na formação de um cidadão crítico à margem do saber científico. [...]

É importante que se supere a postura “*cientificista*” que levou durante muito tempo a considerar-se ensino de Ciências como sinônimo da descrição de seu instrumental teórico ou experimental, divorciado da reflexão sobre o significado ético dos

¹¹ BRASIL, 1998a, p. 45.

conteúdos desenvolvidos no interior da Ciência e suas relações com o mundo do trabalho.¹²

É, portanto, desafiadora a nova atitude que se toma diante do conhecimento científico, de tal modo que, na visão assumida pelos PCNs, as escolas e nelas os professores, devem explorar mais com seus alunos o papel da ciência na sociedade, de tal maneira que, conhecer a ciência passa ser *compreender* e *avaliar* os modos como o homem se apodera e altera a natureza, como ele utiliza os recursos naturais e como explora as possibilidades intrínsecas ao próprio conhecimento científico. É importante que aqueles que aprendem ciência saibam que, por trás do processo de conhecimento da natureza, existe uma intrincada rede de relações entre as descobertas científicas propriamente ditas e o contexto histórico, social e econômico em que ocorrem tais descobertas.

Cabe, portanto, ao professor superar a antiga postura de apresentar a ciência como mera descrição de teorias, leis e experiências para passar a desenvolver nos alunos uma atitude mais reflexiva, crítica, questionadora e investigativa sobre o conhecimento que o homem tem da natureza.

Para os PCN :

Mostrar a Ciência como um conhecimento que colabora para a compreensão do mundo e suas transformações, para reconhecer o homem como parte do universo e como indivíduo, é a *meta* que se propõe para o ensino da área na escola fundamental. A apropriação de seus conceitos e procedimentos pode contribuir para o questionamento do que se vê e ouve, para a ampliação das explicações acerca dos fenômenos da natureza, para a compreensão e valoração dos modos de intervir na natureza e de utilizar seus recursos, para a compreensão dos recursos

¹² BRASIL, 1997b, p. 23.

tecnológicos que realizam essas mediações, para a reflexão sobre questões éticas implícitas nas relações entre Ciência, Sociedade e Tecnologia.¹³

Este questionamento levantado pelos PCNs sobre as relações entre a produção científica e o contexto histórico-social no qual ele ocorre e o ensino de ciência nas escolas está, a meu ver, como que condensado na *tese da não-neutralidade da ciência*. Uma idéia que os PCNs afirmam com muita clareza e insistência em diversas partes do texto, lembrando assim aos profissionais da área que é importante refletir com os alunos sobre as dimensões sociais do conhecimento científico que eles estão aprendendo. De fato, o tema da neutralidade da ciência é mencionado todas as vezes que o documento tenta estabelecer uma ligação entre a atividade científica, a produção histórica da Ciência e a vida dos homens em sociedade. Sem dúvida que este é um assunto de indiscutível atualidade e que, ao longo dos anos, tem gerado muita reflexão e discussão entre os filósofos da ciência.

Na “apresentação” do volume 4 – sobre Ciências Naturais para o primeiro e segundo ciclos do ensino fundamental –, por exemplo, ao fazer a síntese do que será tratado nas páginas seguintes, o texto afirma que:

...este documento, (...), apresenta um breve histórico das tendências pedagógicas predominantes na área, debate a importância do ensino de Ciências Naturais para a formação da cidadania [e] *caracteriza o conhecimento científico e tecnológico como atividades humanas, de caráter histórico e, portanto, não-neutras*.¹⁴

¹³ BRASIL, 1997b, p. 23-24.

¹⁴ BRASIL, 1997b, p. 15 (os grifos são nossos).

Apesar de ser a neutralidade da ciência uma tese muito debatida entre os filósofos da ciência e os próprios cientistas, ou seja, ainda que se trate de uma idéia questionável por natureza, a posição assumida pelos PCNs não apresenta nenhuma margem a dúvidas. Ainda no início do mesmo volume citado, ao fazer a caracterização da área e traçar um breve histórico sobre o ensino de ciências, um dos pontos que se ressalta como importante e que os Parâmetros consideram merecedores de uma maior atenção é a falta de questionamento da verdade científica nas aulas de ciência. Diz o documento:

Aos professores cabia a transmissão de conhecimentos acumulados pela humanidade, por meio de aulas expositivas, e aos alunos, a absorção das informações. O conhecimento científico era tomado como *neutro* e não se punha em questão a verdade científica¹⁵.

Em outra ocasião, lembrando as transformações pelas quais passou o ensino de ciências ao longo de todo o século XX, os PCNs recordam alguns dos problemas gerados pelo desenvolvimento industrial científico-tecnológico incentivado após a Segunda Guerra Mundial. Eram problemas que até então o mundo não conhecia. Danos graves ao meio ambiente e à saúde começaram a surgir em todas as partes do mundo. Tais problemas logo passaram a ser importantes nos currículos de Ciências Naturais e a confiança no desenvolvimento tecnológico passou a ser questionada.

Em meio à crise político-econômica, são fortemente abaladas a crença na *neutralidade da Ciência* e a visão ingênua do desenvolvimento tecnológico. Faz-se necessária a discussão das implicações políticas e sociais da produção e aplicação dos

¹⁵ BRASIL, 1997b, p. 19.

conhecimentos científicos e tecnológicos, tanto em âmbito social como nas salas de aula.¹⁶

A percepção daqueles problemas acabou deixando na época uma marca no ensino de ciências, fazendo com que surgisse uma importante tendência pedagógica que ficou conhecida pelo nome de “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS).

Em outro momento, referindo-se aos objetivos que o documento pretende alcançar, o caráter não-neutro da ciência em sua relação com a tecnologia moderna é novamente mencionado:

É intenção deste texto oferecer aos educadores alguns elementos que lhes permitam *compreender as dimensões do fazer científico, suas relações de mão dupla com o tecnológico e o caráter não neutro desses fazeres humanos.*¹⁷

A posição assumida pelos PCNs com relação à idéia da neutralidade é nítida. Vale mencionar, ainda, que no volume referente à Ética como um dos Temas Transversais para o terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental, ao exemplificar algumas questões relativas a valores humanos que permeiam os diversos conteúdos curriculares, no campo das Ciências Naturais, o texto enfatiza concretamente o tema da *neutralidade*:

Em Ciências Naturais, questões como a neutralidade ou não do conhecimento científico, as relações entre esse conhecimento e as técnicas e tecnologias, as transformações sociais causadas pelas transformações tecnológicas, formam um “pano de fundo” no qual os conteúdos da área se desenvolvem. No âmbito das

¹⁶ BRASIL, 1997b, p. 21.

¹⁷ BRASIL, 1997b, p. 26 (grifos nossos)

produções do conhecimento científico ou de novas técnicas e tecnologias, questões éticas vêm sendo debatidas. Para citar apenas alguns exemplos, debates sobre o uso da energia atômica ou subatômica no campo da Física, ou sobre a clonagem de seres humanos e as formulações de uma bioética no campo da Biologia, mostram como o tratamento das Ciências Naturais estão impregnados de questões valorativas e éticas. Obviamente os exemplos aqui citados não têm muita proximidade com os conteúdos propostos para esta etapa escolar [ensino fundamental], mas mostram como o uso e a produção do conhecimento científico estão indissociados de uma discussão e opções por valores. Tratar esse conhecimento de *forma neutra ou absoluta*, expressa valores. Contextualizá-los e discutir seus usos contribui para uma formação moral e ética.¹⁸

São muitas e variadas as passagens nas quais os Parâmetros mencionam a idéia de que o conhecimento científico, ao mesmo tempo em que é transmitido e ensinado, deve ser avaliado em suas relações com os “valores” sociais, políticos, econômicos, etc. E é nessa avaliação que o documento assume, explicitamente, a tese da não-neutralidade da ciência.

Uma última citação com a qual queremos constatar a importância do questionamento da neutralidade da ciência nas propostas curriculares é esta:

Finalmente, é importante reiterar que, sendo atividades humanas, a Ciência e a Tecnologia são fortemente associadas às questões sociais e políticas. Motivações aparentemente singelas, como a curiosidade ou o prazer de conhecer são importantes na busca de conhecimento para o indivíduo que investiga a natureza.

¹⁸ BRASIL, 1997c, p. 85.

Mas frequentemente interesses econômicos e políticos conduzem a produção científica ou tecnológica. Não há, portanto, neutralidade nos interesses científicos das nações, das instituições, nem dos grupos de pesquisa que promovem e interferem na produção do conhecimento.¹⁹

Penso que as passagens citadas acima são suficientes para as intenções deste trabalho que pretende, em primeiro lugar, evidenciar a posição afirmativa dos elaboradores dos PCNs com relação à tese da *não-neutralidade da ciência*. E, em segundo lugar, com base nesse documento oficial, abrir espaço para que nós, professores de ciências, possamos discutir mais profundamente o significado filosófico e social da tese da neutralidade.

A pergunta que deve ser feita a seguir é precisamente aquela que esteve nas origens deste trabalho. Afinal, o que os Parâmetros estão querendo dizer ao afirmar tão enfaticamente que a ciência (e a tecnologia) não são neutras? O que significa assumir a tese da não-neutralidade da ciência?

Nossas leituras mostraram que os Parâmetros não dão uma resposta clara e precisa a esta pergunta. Não há, ao longo dos seus diferentes volumes, uma definição categórica que nos esclareça com um mínimo de precisão o que significa, para o documento em pauta, a afirmação de que a Ciência não é neutra. Podemos, sim, enxergar no contexto geral dos PCNs que a tese da não-neutralidade é assumida como manifestação de uma postura crítica e é extraída da intrincada rede de relações que existe no dia-a-dia entre as produções científicas, as produções tecnológicas e o contexto histórico, social, político e econômico em que se dá o conhecimento científico. Porém, não há clareza quanto ao conceito de neutralidade.

Num esforço de interpretação, se poderia arriscar um significado aproximado para a tese da não-neutralidade da ciência na visão dos PCNs ao observar que o documento recorda frequentemente a idéia de que a ciência é uma “atividade

¹⁹ BRASIL 1997b, p. 29.

humana, de caráter histórico e, portanto, não-neutra”²⁰. Ou seja, a ciência é uma construção de homens inseridos em uma cultura determinada, que viveram em um determinado momento histórico e dentro de uma realidade social concreta. Sendo assim, alguém poderia interpretar que tais dimensões – cultural e temporal – conferem, por si só, à ciência, um caráter ideológico de não-neutralidade, já que ela estaria necessariamente marcada pelas condições sociais, econômicas, políticas e culturais do momento histórico na qual foi produzida.

Esta conclusão, no entanto, não me parece totalmente correta, nem inteiramente incorreta. A princípio, é um tanto quanto precipitada, pois contém, no mínimo, um salto lógico que precisa ser analisado. Dizer que o conhecimento humano é de caráter histórico-cultural não justifica necessariamente a afirmação de sua não neutralidade. Estas proposições expressam conceitos diferentes que, por isso, não implicam necessariamente uma na outra. A opinião dominante entre os cientistas, por exemplo, é no sentido de se afirmar que a ciência é um conhecimento neutro, seja esse conhecimento adquirido no passado ou no presente, num determinado país ou em outro. E isto é assim porque as conclusões científicas se baseiam em dados empíricos concretos e objetivos, independentes das considerações humanas subjetivas dos cientistas. A ciência é, por essa razão, universal, já que não tem nenhuma relação com o mundo dos valores. Pode-se dizer que, em seu fazer interno, ela é “livre de valores”. Aliás, essa é uma das premissas exigidas de todo conhecimento que pretende ser científico, pois é condição necessária para sua universalidade. A lei da gravidade, nesse sentido, não tem nenhuma relação com os “valores humanos”, sejam eles éticos, morais ou sociais, de tal modo que, apesar de seu concreto posicionamento histórico-cultural dentro da civilização ocidental, ela é “livre de valores”. No entanto, os sociólogos defendem a idéia de que todo conhecimento é uma manifestação cultural concreta. Por isso, não se pode negar de forma absoluta que a ciência, apesar de objetiva, manifesta uma determinada forma

²⁰ BRASIL, 1997b p.15.

cultural do homem se relacionar com o mundo, mas será que esse fato é suficiente para se contrapor à neutralidade defendida pelos cientistas?

Se os Parâmetros afirmam positivamente que a ciência não é neutra, eles deveriam mostrar, de alguma maneira, que ela não é totalmente livre de valores. Que valores afetam as conclusões científicas e tiram delas a neutralidade? Que valores influenciaram as afirmações da mecânica newtoniana, ou da mecânica quântica, ou da teoria da relatividade para que possamos sustentar a tese de que tais teorias não são neutras? Perguntas como estas não são feitas e nem respondidas no documento. E este é, precisamente, o ponto chave do problema que pretendemos discutir neste trabalho.

Nosso ponto de partida será este: partilhamos com os PCNs a tese de que a ciência não é neutra, porém, que argumentos poderiam justificar essa posição? Que definição se pode dar da tese da neutralidade que sirva de ponto de partida para as reflexões e discussões entre professores e alunos na sala de aula?

Ao ressaltar as dimensões do fazer científico como um fazer histórico e humano e relacioná-lo com os “valores” éticos, culturais, políticos ou econômicos, os PCNs querem criar condições para um exame crítico do papel da ciência na sociedade e seu impacto sobre a vida humana e o meio ambiente. Perguntas como, se há ou não “valores” nas conclusões científicas, ou ainda, qual é o conceito de neutralidade que está envolvido na afirmação “a ciência não é neutra”, devem ser feitas dentro dessa perspectiva. Trata-se de uma diretiva pedagógica do próprio MEC que, através da reforma curricular proposta pelos Parâmetros, busca instalar no ensino de ciência do país uma visão mais crítica das relações entre ciência, produção científica e interesses políticos e econômicos, ou ainda entre ciência, tecnologia e desenvolvimento social.

Um ensino da ciência voltado para a formação de cidadãos autônomos, críticos e participativos, capazes de atuar com responsabilidade na sociedade em que vivem, deve transmitir o saber científico não apenas como um conjunto de explicações objetivas e universais do mundo em que se vive, mas deve mostrar também que tal

conhecimento é uma “força cultural” concreta, marcada pelos valores sociais que regulam a produção desse mesmo conhecimento.

Antes de terminar estas considerações com as quais quis situar os objetivos deste trabalho, gostaria de dirigir uma crítica à forma como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) tratam o tema da *neutralidade da ciência*. Contrariamente ao que se observa nos Parâmetros para o Ensino Fundamental, em nenhum momento os PCNEM fazem qualquer referência direta à idéia de que a ciência possa ou não ser considerada neutra.

No que se refere ao sentido do aprendizado da área de ciência, o documento procura se alinhar com as Diretrizes Curriculares Nacionais e destaca que o ensino de ciência deve contribuir para o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico como um dos principais objetivos do Ensino Médio. Tais metas, para serem alcançadas, exigem o desenvolvimento de várias qualidades humanas resumidas pelo documento nas idéias de competências e habilidades. Daí que o documento prioriza a estreita ligação da ciência com a tecnologia no mundo moderno e assinala a necessidade que o jovem tem de aprender na escola a utilizar o conhecimento científico e tecnológico para poder entender autônoma e criticamente a evolução histórica da vida social e das forças produtivas da sociedade.

Na Parte I do texto, chamada de Bases Legais, ao tratar da reforma curricular e da organização do novo Ensino Médio, pode-se encontrar a seguinte explicação para a finalidade do ensino de ciência naquele nível:

A aprendizagem das Ciências da Natureza, qualitativamente distinta daquela realizada no Ensino Fundamental, deve contemplar formas de apropriação e construção de sistemas de pensamento mais abstratos e ressignificados, que as trate como processo cumulativo de saber e de ruptura de consensos e pressupostos metodológicos. A aprendizagem de concepções

científicas atualizadas do mundo físico e natural e o desenvolvimento de estratégias de trabalho centradas na solução de problemas é finalidade da área, de forma a aproximar o educando do trabalho de investigação científica e tecnológica, como atividades institucionalizadas de produção de conhecimentos, bens e serviços.²¹

Os PCNEM assumem a idéia de que a aprendizagem da ciência está centrada numa estratégia pedagógica orientada para desenvolver nos estudantes a capacidade de responder a uma situação-problema real. Em outro lugar o documento lembra que o ensino de ciência deve contribuir para um conhecimento prático próprio dessa área, ao mesmo tempo em que deve propiciar um *aprendizado crítico* do “papel da ciência na vida humana em diferentes épocas e na capacidade humana de transformar o meio”.²²

Apesar de tocar em pontos importantes em vista de uma renovação do ensino-aprendizagem de ciências no Ensino Médio, a impressão que fica após a leitura dos Parâmetros para o Ensino Fundamental é que os PCNEM não chegam a atingir o ponto chave do problema que de fato cria uma verdadeira posição crítica com relação à ciência, à tecnologia e à sociedade, qual seja, o problema da *neutralidade*. E é neste ponto que eu situo a minha crítica.

A ênfase do texto é acentuadamente dirigida para a idéia de *contextualizar* os conceitos científicos do mundo físico e natural, a fim de que os alunos possam encontrar um significado prático e útil para a vida e para o mundo do trabalho naquilo que é ensinado sobre a ciência na escola. “Se o ponto de partida é a realidade vivida do aluno, também será o ponto de chegada, mas com um novo olhar e com uma nova compreensão”.²³

²¹ BRASIL, 1999b, p. 33.

²² BRASIL, 1999b, p. 217.

²³ RICARDO, E.C. 2003, p. 10.

Há, sem dúvida, uma necessidade básica na atualidade de que o ensino de ciência contribua diretamente não só para uma compreensão abstrata do mundo natural, mas, sobretudo, para o entendimento do mundo artificial criado pela sociedade tecnologicamente moderna. Nisto o documento merece elogios, pois ao apontar para um ensino por competências, força, de alguma maneira, um conhecimento mais participativo do aluno, mobiliza mais recursos cognitivos de outras áreas para resolver uma “situação-problema”, coloca para o educador a dúvida sobre qual cidadão ele quer formar para o futuro, levanta algumas questões sobre o próprio significado do conhecimento científico ensinado na Escola, etc.

Contudo, a comparação entre os dois documentos – PCNs e PCNEM – leva-nos a reconhecer no segundo uma certa conviência com o modo de se fazer ciência e tecnologia na atualidade. O fato de não se questionar diretamente a ciência e a tecnologia, leva-nos a desconfiar de uma certa aceitação implícita do atual modelo de desenvolvimento e progresso social. Por isso, cabe aqui perguntarmos em que consiste o *aprendizado crítico* ao qual o documento faz referência? Qual é o papel da ciência na vida humana, sugerido nos PCNEM, e que poderíamos tomar como base para uma eventual crítica à ciência e tecnologia produzidas hoje no mundo?

As razões pelas quais certas diferenças, como a que está sendo apontada aqui, aparecem nas propostas curriculares oficiais estão nas diferentes visões que os distintos grupos encarregados de elaborar os textos têm de educação ou mesmo de sociedade que pretende formar. Dificilmente um currículo extensivo a todos os níveis de ensino básico, como os PCNs, preparado por grupos com distintos perfis ideológicos apresentaria uma coerência e uma consistência interna muito forte.²⁴

De qualquer maneira, os PCNEM contêm uma autêntica renovação curricular. No ensino da Física, por exemplo, longe de se apresentar como meta a simples aquisição de conceitos teóricos, o novo sentido que se pretende para a área é na direção de se “construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão

²⁴ SANTOS, L.L.C. 2002, p. 351.

contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade”.²⁵

Em resumo, se nas propostas curriculares dos PCNs para o Ensino Fundamental há uma grande ênfase para que os alunos compreendam as dimensões sociais, políticas e econômicas do “fazer científico”, suas relações de mão dupla com o tecnológico e o caráter não neutro das atividades científicas, os PCNEM centralizam o trabalho do professor na tarefa de ensinar as concepções científicas de maneira contextualizada e de transmitir aos alunos algumas das características próprias do trabalho de investigação científica que possa facilitar o desenvolvimento das chamadas competências e habilidades, qualidades que fazem possível uma melhor compreensão e intervenção do estudante em sua realidade cotidiana.

Para terminar, uma última consideração. Se levarmos em conta as faixas etárias e os graus de distinção na elaboração dos diferentes raciocínios dos alunos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, deveríamos concluir que a complexidade da tese da neutralidade da ciência está mais de acordo com uma questão que deveria ser tratada nos PCNEM e não nos PCNs. E isso pela simples razão de que o problema da neutralidade é introduzido nos Parâmetros por ser uma tese estreitamente relacionada com o exercício da cidadania, já que implica um posicionamento dos jovens diante da Ciência e da Tecnologia. Tal posicionamento, a meu ver, é mais adequado em estudantes do Ensino Médio do que do Fundamental.

Como ser cidadão sem discutir as estratégias para investimentos energéticos, o problema dos transgênicos, das radiações eletromagnéticas em torres de alta energia que cortam as cidades, dentre tantos outros que podemos aqui mencionar?²⁶

²⁵ Brasil, 2002, p. 98.

²⁶ GUERRA e REIS, 2002, p. 8.

III – O RELATIVISMO E A TESE DA IMPARCIALIDADE

A defesa da tese da neutralidade da ciência tem geralmente sua fundamentação na concepção de que a ciência é um conhecimento objetivo, um saber sobre a natureza tal como ela realmente é, independentemente dos valores morais ou sociais do cientista, da sua classe social, do país e do momento histórico no qual a ciência é praticada. Seu objetivo primordial é exclusivamente a busca da verdade e, neste sentido, a ciência é considerada por muitos como atividade neutra. Pode-se afirmar que as aplicações práticas do conhecimento científico conferem à ciência um valor instrumental, mas que, nem por isso, suprimem sua neutralidade.

Na outra extremidade do debate está a tese contrária da não-neutralidade da ciência. Posição assumida por diversos autores, principalmente pelos que adotam uma postura crítica a respeito do papel da ciência na sociedade. No âmbito da educação, a não-neutralidade é afirmada, como vimos, pelos PCNs e representa a posição dos que não acreditam que o impulso que constitui as motivações básicas dos cientistas seja o puro prazer de conhecer a verdade sobre o mundo. Os defensores desta posição costumam apresentar inúmeras razões em defesa da tese que sustentam. Em geral, afirmam que o que move a máquina do saber científico é algo mais complexo, algo relacionado com interesses econômicos, políticos, militares, etc. Na verdade, para alguns, a ciência confere aos que a produzem um certo domínio, ou controle, sobre a natureza que, uma vez conquistado, acaba impondo uma determinada maneira do homem se relacionar com a natureza. Ou seja, a racionalidade científica moderna confere a todos os que a praticam e à sociedade que se beneficia dos seus produtos, uma visão de mundo que não pode ser tomada como neutra. Assim, admitindo que existam outras formas de se saber e de se relacionar com a natureza e de se prover o desenvolvimento social humano, a tese da neutralidade da ciência passa a ser uma ilusão.

Em vista das diferentes posturas adotadas em relação à ciência, a questão que interessa considerar aqui é esta: afinal, como podemos adotar uma posição neste debate tendo em conta que ambas as posturas reúnem idéias importantes e, até certo ponto, convincentes? Responder a esta pergunta é a preocupação deste trabalho. Nosso objetivo é estabelecer uma linha de raciocínio consistente que possa contribuir para uma concepção satisfatória da tese da neutralidade da ciência.

Uma das primeiras constatações ao se refletir sobre este assunto é a pouca precisão com que, em geral, a tese da não-neutralidade da ciência é exposta. A falta de clareza em torno do tema tem motivado críticas confusas, ambíguas e, inclusive, indevidas à ciência e ao trabalho dos cientistas. Ao mesmo tempo, pode-se afirmar que um grande número de pessoas sérias, que adotam em suas reflexões uma postura crítica com relação à ciência, ao pretender assumir uma posição de negação da neutralidade, sentem-se como que desarmadas, sem uma base argumentativa objetiva que legitime adequadamente suas conclusões.

Por isso, uma outra pergunta se impõe: como podemos caminhar na direção de uma conceituação até certo ponto precisa e objetiva da tese da não-neutralidade da ciência? Como tornar razoável uma crítica à ciência tendo em conta seu enorme prestígio no campo da “pura racionalidade”? Vale lembrar que, ao trabalhar um tema reconhecidamente complexo, não é nossa intenção esgotar a discussão sobre o assunto, mas apenas identificar alguns aspectos fundamentais para uma compreensão mais objetiva da relação entre a ciência, as práticas científicas e o complexo campo dos valores, nos quais pretendemos encontrar as bases para o juízo valorativo que buscamos a respeito da atividade científica.

O ponto de partida das nossas reflexões está na constatação de que uma definição adequada da tese da não-neutralidade tem que conter, pelo menos, duas características importantes.

Por um lado, ela deverá incorporar aquilo que julgamos ser uma das motivações pelas quais um grande número de pessoas não acredita na “neutralidade nos interesses científicos das nações, das instituições, nem dos grupos de pesquisa

que promovem e interferem na produção do conhecimento”.²⁷ Para estes críticos da ciência, o que ocorre é que determinados elementos não exclusivamente cognitivos fazem parte do dia a dia das pesquisas científicas tanto quanto os princípios epistemológicos de rigorosa racionalidade. São esses elementos que tiram da ciência sua pretensa neutralidade.

A meu ver, os críticos da ciência têm um interesse positivo, quase generalizado, em convencer seus leitores de que a ciência não se orienta exclusivamente pela pura busca da verdade, mais ainda, outros benefícios – econômicos, políticos, estratégicos, etc – são os que primordialmente conduzem a produção científica. Esta é uma idéia com a qual concordo plenamente, todavia, por ora, me limitarei apenas a afirmar que a definição que buscamos para a tese da não-neutralidade deve ser tal que ela possa incorporar, por assim dizer, o princípio que habitualmente vem motivando as discussões em torno das dimensões sociais da atividade científica. Tal princípio é bastante válido e consiste na adoção de uma *postura crítica em relação ao papel social da ciência*.

Por outro lado, uma outra característica fundamental para uma noção adequada da não-neutralidade é que ela se mantenha dentro de um padrão aceitável de racionalidade, isto é, que não seja e nem implique em alguma forma de relativismo.

O termo genérico “relativismo” designa qualquer postura filosófica na qual se afirma que a verdade ou a falsidade de uma proposição é relativa ao indivíduo ou à comunidade social.

O relativismo nega que haja um padrão de racionalidade universal não-histórica, em relação ao qual possa se julgar que uma teoria é melhor que outra. [...] O objetivo da busca do conhecimento dependerá do que é importante ou daquilo que é valorizado pelo indivíduo ou comunidade em questão.²⁸

²⁷ Brasil, (1997b) p.29.

²⁸ CHALMERS, A. (1993), p. 139

Entendido assim, o relativismo é uma atitude filosófica que diverge radicalmente dos pressupostos da tradicional prática científica, na medida em que todo cientista acredita que suas investigações sobre as realidades deste mundo são um caminho na direção da verdade objetiva – um caminho cuidadoso e sistemático, que utiliza métodos de controle, testes, comprovações, etc. – e, ainda que sujeita a retificações, a busca é *objetiva* e não uma *construção pessoal*, nem social da verdade científica.

Nos últimos anos, o relativismo tem tido grande influência em certas áreas das ciências humanas e em particular na filosofia. Determinados setores das ciências sociais e das humanidades adotaram a convencionalmente chamada postura “pós-moderna” para analisar a ciência. Trata-se de uma

corrente intelectual caracterizada pela rejeição mais ou menos explícita da tradição racionalista do Iluminismo, por discursos teóricos desconectados de qualquer teste empírico, e por um relativismo cognitivo e cultural que encara a ciência como nada mais que uma “narração”, um “mito” ou uma construção social entre muitas outras²⁹

Essa caracterização do “pós-modernismo” encontra-se em “*Imposturas Intelectuais*”, livro que merece nossa atenção e nossa recomendação, pois oferece uma ponderada análise crítica dos atuais abusos que se cometem com a terminologia científica e com o transporte de idéias das ciências naturais para as ciências sociais. Para os autores do livro, é fundamental a defesa dos cânones da racionalidade científica e da honestidade intelectual contra as *imposturas intelectuais* de recentes posições relativistas.³⁰

²⁹ SOKAL e BRICMONT (1999), p. 15.

³⁰ Não pretendo desenvolver aqui as críticas que Sokal e Bricmont dirigem aos pós-modernos. No entanto, penso que vale a pena apresentar um resumo dos quatro tipos de abusos intelectuais que estes autores afirmam estar na base das posições relativistas de crítica à ciência: a) falar abundantemente de teorias das quais se tem, no máximo, uma vaga idéia; b) importar noções das ciências exatas para as ciências humanas sem dar a menor

Nas críticas pós-modernas há uma rejeição implícita do pensamento científico racional. Tal crítica tem o objetivo de mostrar que no fundo não existe uma distinção real entre ciência e ideologia, que a ciência não pode ser tomada como padrão superior de racionalidade sem sofrer o risco de ser taxada de modelo totalitário³¹, na medida em que tal superioridade acaba por negar o caráter racional a outras formas alternativas de conhecimento. Na verdade, para os pós-modernos, não existem padrões de racionalidade. O verdadeiro conhecimento científico é científico-social e, portanto, relativo ao sujeito, à sociedade e à cultura que o cria. As teorias científicas são “construções sociais”, passíveis, portanto, de serem analisadas sociologicamente e não racionalmente. É neste sentido que a sociologia pós-moderna da ciência chega a afirmar que a própria noção de ciência livre de valores (*neutra*) é já uma ideologia a serviço dos valores dominantes na sociedade. E que “a ciência moderna é ocidentalizada, patriarcal, dominada pelo homem branco, capitalista, racista e imperialista”³². De acordo com Sokal e Bricmont,

...[esta] atitude relativista está em conflito com a idéia dos cientistas sobre sua própria prática. Enquanto os cientistas tentam, da melhor maneira possível, adquirir uma visão objetiva do mundo (ou, antes, de certos aspectos dele), os pensadores relativistas dizem-lhes que estão perdendo seu tempo e tal empreendimento é, por princípio, uma ilusão.³³

justificação empírica ou conceitual; c) exibir uma erudição superficial ao jogar, sem escrúpulos, termos especializados na cara do leitor, num contexto em que eles não têm pertinência alguma; d) manipular frases desprovidas de sentido e se deixar levar por jogos de linguagem. (cf. FERNÁNDEZ, R. (1998), *O rei está nu*. *Jornal de Resenhas*, abr/1998, p. 4)

³¹ SANTOS, B. de S., (2002), p. 10.

³² LACEY (1998), p. 15.

³³ SOKAL e BRICMONT (1999), p. 61.

Não é nosso objetivo fazer uma análise aprofundada sobre as raízes filosóficas das posturas relativistas atuais.³⁴ Para o que nos interessa, basta mencionarmos algumas das reflexões mais habituais a seu favor.

Às vezes, apoiando-se no fato de ser a ciência uma construção humana de modelos explicativos para a realidade, digamos, uma representação “inventiva” do mundo produzida num determinado lugar e num tempo histórico-social concretos, há quem queira justificar a existência de um natural relativismo no interior do discurso científico recorrendo a explicações científicas do passado que, apesar de terem sido consideradas verdadeiras em sua época, hoje estão totalmente ultrapassadas. Com o passar do tempo, é natural que novas estruturas e modelos de funcionamento da realidade expliquem melhor o conjunto dos novos fenômenos observados. E esta alteração explicativa no interior da ciência acaba levando alguns a reconhecerem um certo relativismo nas conclusões científicas.

Outro grupo de defensores do relativismo pode ser encontrado naqueles que, exibindo uma erudição superficial e fora de contexto a respeito das teorias científicas modernas, em particular da “revolução quântica” e da “relatividade” do início do séc. XX propostas por cientistas geniais como Max Planck, Albert Einstein, Niels Bohr, Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger, entre outros, pretendem explicar o conhecimento como apreensão subjetiva da realidade, já que, segundo algumas interpretações, a realidade, em geral, seria determinada pelo ato de observar. A realidade analisada é a realidade observada. E como todo observador leva consigo sua própria subjetividade, a realidade que se conhece é essencialmente subjetiva, depende do observador. É impossível, portanto, para os relativistas, o conhecimento de uma realidade objetiva universal independente do indivíduo, já que tudo é questão de interpretação pessoal.

³⁴ Os autores que desenvolvem mais extensamente o assunto sustentam que as posições relativistas pós-modernas têm suas raízes primeiramente na tese de Duhem-Quine sobre “a subdeterminação da teoria pela evidência”; depois, na tese da “impregnação teórica da observação”; e, por último, nas afirmações de Kuhn sobre “a pretensa incomensurabilidade dos paradigmas”. Para maior aprofundamento, ver SOKAL e BRICMONT (1999), p. 77 e LACEY (1998), p. 22.

É claro que isto diverge do pensamento e das práticas de qualquer cientista. Além disso, como apontamos na nota 30, um dos abusos intelectuais mais freqüentes cometido na atualidade consiste em importar noções das ciências exatas para as ciências humanas sem dar a menor justificação empírica ou conceitual. Todo cientista tem consciência de que o objeto científico é uma construção lógico-intelectual guiada pela experiência empírica. Sendo assim, ele não espera que seu trabalho apresente a realidade “em si mesma”, como ela é fora do seu pensamento. Ele sabe que seu conhecimento é aproximativo e corrigível, que seu esforço é no sentido de apresentar uma verdade que pode ser modificada, abandonada e substituída por outra mais adequada aos fenômenos observados. Sabe também que esta maneira de ver o conhecimento científico está longe de uma postura relativista da ciência. Como nos advertem Sokal e Bricmont, “nenhum cientista estaria disposto a admitir que o conjunto do discurso científico seja uma mera construção social.”³⁵

Talvez se possa afirmar que muitas das atuais posições relativistas tenham como ponto de partida os trabalhos realizados no campo da filosofia da ciência a partir da segunda metade do século XX. Considerações acerca da metodologia científica em *A Estrutura das Revoluções Científicas*, de Thomas S. Kuhn³⁶ e em *Contra o Método*, de Paul Feyerabend³⁷ constituem, para muitos, a raiz e a fonte do relativismo científico moderno.

A interpretação de Kuhn para o que ele chama de “estrutura das revoluções científicas” e as conclusões às quais chega sobre a “incomensurabilidade” de paradigmas são bastante radicais. Há uma passagem em seu famoso livro na qual ele comenta como os químicos pós-Dalton interpretavam os resultados conflitantes de suas experiências. Kuhn diz:

³⁵ SOKAL e BRICMONT (1999), p. 61.

³⁶ CHALMERS, A. F. (1993), p. 145.

³⁷ SOKAL e BRICMONT (1999), p. 85.

Os químicos não poderiam simplesmente aceitar a teoria de Dalton com base nas evidências existentes, já que uma grande parte destas ainda era negativa. Em lugar disso, mesmo após a aceitação da teoria, eles ainda *tinham que forçar a natureza e conformar-se a ela*, processo que no caso envolveu quase toda uma outra geração. Quando isto foi feito, até mesmo a percentagem de composição de compostos bem conhecidos passou a ser diferente. Os próprios dados haviam mudado. Este é o último dos sentidos no qual desejamos dizer que, após uma revolução, os cientistas trabalham em um mundo diferente.³⁸

Para autores como Sokal, Bricmont, Chalmers e outros, Kuhn exagera nas suas conclusões. Expressões como esta – “*tinham que forçar a natureza e conformar-se a ela*” – deixam as portas abertas para interpretações relativistas da ciência. Mesmo que em várias ocasiões Kuhn tenha tentado desmentir aqueles que o acusavam de relativista “no mínimo é lícito afirmar que ele se expressou de modo ambíguo”.³⁹

Outro filósofo sempre lembrado em discussões sobre o raciocínio relativista e que merece destaque é Paul Feyerabend. O título de seu famoso livro – *Contra o Método* – expressa bem a idéia central de sua Teoria Anarquista do Conhecimento. Suas críticas com relação à existência de “regras fixas e universais” através das quais alguns filósofos acreditavam poder descrever operacionalmente a essência do método científico, não conhecem trégua. Ele argumenta de forma convincente que não é razoável esperar que a ciência seja explicável com base em algumas regras metodológicas simples. Talvez uma das frases mais conhecidas do livro seja esta: “todas as metodologias têm suas limitações, e a *única regra* que sobrevive é *qualquer coisa serve*”.⁴⁰ Ou, como é traduzido algumas vezes, “vale tudo” – “*anything goes*”. Com isto, Feyerabend nos quer dizer que as idéias mais absurdas e

³⁸ KUHN, T. (1975), p. 171. O grifo é nosso.

³⁹ SOKAL e BRICMONT (1999), P. 81.

⁴⁰ FEYERABEND, P. (1977).

extravagantes podem se mostrar fecundas; que fatos considerados secundários ou irrelevantes, podem desencadear descobertas notáveis. Se as regras e os critérios metodológicos não devem se submeter a nenhuma norma mínima de racionalidade – “vale tudo” – chega-se facilmente às mais variadas formas de relativismo. Com esta frase e com outras semelhantes, Feyerabend abriu um enorme caminho para atitudes anticientíficas, abertamente relativistas.

O grande problema do relativismo e razão pela qual, em geral, ele é rejeitado é a sua incoerência interna, já apontada há muito tempo atrás por Platão, Aristóteles e outros. Por essa razão, ele é auto-destrutivo, não possui a força necessária que todo argumento deve ter se pretende convencer o interlocutor. Se tudo é relativo a um indivíduo ou a uma comunidade social ou a um momento histórico, a própria afirmação que se quer defender é relativa e sua aceitação é uma questão de preferência pessoal e não uma conclusão racional objetiva passível de ser discutida ou compartilhada por muitos. Assim, o relativismo não tem a força de persuasão racional necessária para sustentar nem mesmo suas próprias posições.

São sugestivas aqui as palavras com as quais Einstein e Infeld tentam descrever a objetividade do conhecimento científico, embora o cientista nunca consiga, e nem é essa sua pretensão, elaborar uma representação da realidade tal como ela realmente é:

Os conceitos da física são criações do espírito humano, e não, como possam parecer, coisas determinadas pelo mundo externo. Em nosso esforço para compreender a realidade a nossa posição lembra a de um homem que procura adivinhar o mecanismo de um relógio fechado. Esse homem vê o mostrador e os ponteiros, ouve o tique-taque, mas não tem meios de abrir a caixa que esconde o maquinismo responsável por tudo o que observa exteriormente, mas poderá nunca ter a certeza de que o maquinismo que imagina seja o único que possa explicar os movimentos exteriores. Não

poderá nunca comparar a idéia que forma do mecanismo interno com a realidade desse mecanismo – nem sequer imaginar a possibilidade ou a significação de tal comparação. Mas realmente crê, à medida que o seu conhecimento cresce, que a sua representação da realidade se torna mais e mais simples, e explicativa de mais e mais coisas. E pode ainda crer na existência de limites para o conhecimento, e admitir que o espírito humano se aproxima desses limites. Esse extremo ideal será a verdade objetiva.⁴¹

A idéia de *verdade objetiva* é fundamental para que a ciência não perca o rumo. Ela deve regular toda atividade verdadeiramente racional e, por essa razão, não pode ser descartada. É essencial em todo trabalho científico, mesmo no caso em que as teorias apresentadas pelos cientistas para explicar um conjunto determinado de fenômenos não passam de *conjeturas*. O que o relativismo faz não é apontar as incertezas das hipóteses ou teorias – o que Popper consegue fazer com a palavra *conjetura* –, mas desestruturar a própria idéia de verdade objetiva. Desta maneira, nem mesmo o próprio relativismo poderia sobreviver. A dúvida que se impõe então, toda vez que o debate gira em torno do relativismo do conhecimento humano é esta: qual o significado dos trabalhos daqueles que tentam abalar a confiança humana na efetiva busca da verdade empreendida pelo homem? Se tudo é relativo, que sentido tem defender essa suposta verdade do relativismo? Mais, que sentido tem qualquer debate?

Com relação ao nosso tema, ou seja, com relação a uma conceituação mais clara e objetiva sobre a tese da não-neutralidade da ciência, temos de reconhecer que as posturas relativistas não nos ajudam, mais ainda, fazem inútil todo este trabalho. Por isso, para se chegar ao que nos propomos, torna-se necessário buscar uma

⁴¹ EINSTEIN, A., INFELD, L. (1962), pp. 35-36.

argumentação cuja validade possa ser considerada de natureza universal, passível, portanto, de ser reforçada ou refutada por estudos posteriores.

Vale lembrar ainda que a incoerência interna do relativismo apontada acima pode ser uma das principais razões pelas quais muitas pessoas, simpatizantes de um maior questionamento com relação ao papel social da ciência, não se sentem à vontade quando, tentando fundamentar suas críticas, encontram quase sempre argumentos de tipo relativistas, proposições que não chegam a convencer-nos totalmente por sua falta de validade objetiva ou pelo fato de sua verdade ser de natureza puramente interpretativa, isto é, de caráter muito pessoal.

O objetivo deste trabalho é caminhar na direção de uma conceituação adequada da tese da não-neutralidade da ciência. Ainda que o relativismo não seja um bom caminho para o que buscamos, temos de reconhecer que por trás de muitas posturas relativistas existe uma atitude louvável de crítica com relação ao papel da ciência e da tecnologia na sociedade. Se conseguirmos encontrar um significado para a tese da não-neutralidade da ciência que mantenha o espírito de crítica, sem, no entanto, cair no relativismo, teremos encontrado uma boa estrada para o nosso problema inicial.

Um pensador cujas reflexões têm se dirigido a esse objetivo é Hugh Lacey. Lacey é um filósofo da ciência nascido em Sydney, Austrália, mas radicado nos Estados Unidos há muitos anos. Foi professor no Departamento de Filosofia da USP de 1969 a 1971. Desde 1972 é professor de filosofia do Swarthmore College, na Pensilvânia. Apesar de morar nos Estados Unidos, mantém contato constante com o Brasil ministrando cursos, participando de bancas, eventos, etc.

As idéias centrais das reflexões de Lacey estão em dois de seus livros, além de vários artigos publicados em diversas revistas especializadas. Um desses livros foi publicado em português pela Discurso Editorial (São Paulo) em 1998, com o título de *Valores e Atividade Científica*⁴². O outro, intitulado *Is Science Value Free? Values and Scientific Understanding*⁴³, foi publicado em Londres em 1999 pela Routledge. O primeiro é uma coletânea de artigos, enquanto o segundo é

⁴² LACEY, H. (1998).

⁴³ LACEY, H. (1999a).

propriamente um livro no qual Lacey desenvolve de maneira mais sistemática e rigorosa os temas tratados no primeiro. Em ambos, explora-se as diferentes funções que os valores desempenham em conexão com a atividade científica.

A filosofia da ciência que Lacey vem desenvolvendo tem no seu centro uma análise e uma avaliação de dois aspectos fundamentais da prática científica. O primeiro se refere à dinâmica, digamos, intelectual interna das explicações científicas. E o segundo diz respeito ao peso dos condicionamentos sociais na produção desse mesmo conhecimento. Neste trabalho é importante ter isto presente, pois os juízos acerca da neutralidade da ciência estabelecidos por Lacey estarão fundamentados precisamente nesta distinção de níveis em que os valores atuam na prática científica.

As relações entre esses dois aspectos da atividade científica levaram Lacey a desenvolver uma análise minuciosa sobre a função que os valores desempenham na ciência. Sua conclusão é no sentido de conceber a ciência como um conhecimento *imparcial* dos fenômenos naturais, porém, *não-neutro*. Sendo assim, para se enxergar na filosofia de Lacey uma solução para o nosso problema, será essencial estabelecer a distinção conceitual entre *imparcialidade e neutralidade* da ciência. A primeira será tratada neste capítulo e a segunda no próximo.

Lacey parte de um questionamento geral entre a ciência e o complexo mundo dos valores. Mais especificamente suas reflexões tomam como referencial a idealização teórica de que *a ciência é livre de valores*. Na introdução a *Valores e Atividade Científica* (1998), ao expor resumidamente sua abordagem ao problema da racionalidade científica, Lacey diz:

No centro de minha discussão estão uma análise e uma avaliação da concepção de que a ciência é livre de valores. Apresento esta concepção como composta de três teses: *imparcialidade, neutralidade e autonomia*.⁴⁴

⁴⁴ LACEY, H. (1998), p. 9.

Mais à frente, no capítulo V, sobre “Entendimento Científico e Controle da Natureza”, esta idéia é assim expressa:

[...] a concepção de que a ciência é livre de valores possui três componentes: imparcialidade, neutralidade e autonomia.⁴⁵

Para Lacey, são pelo menos três, as maneiras como a ciência se relaciona com os valores. Cada uma delas sintetiza, digamos, a idéia geral contida na expressão: “a ciência é livre de valores”. Por ora, nos interessa analisar e compreender a tese da *imparcialidade* da ciência. Um conceito rico, fruto de uma profunda reflexão do autor e que representa uma valiosa contribuição para a filosofia da ciência contemporânea.

Antes, porém, de estudarmos a concepção de *imparcialidade* da ciência de Lacey, gostaria de esclarecer alguns pontos fundamentais presentes em sua filosofia.

Em primeiro lugar, convém situarmos as reflexões que seguem como uma solução para um problema que, durante anos, roubou a atenção dos filósofos da ciência e esteve permanentemente presente no pensamento moderno. Trata-se do fato da ciência ter se constituído, graças aos seus inúmeros sucessos, num modelo paradigmático de racionalidade. Entender a lógica subjacente nas estruturas conceituais do método científico, raiz do êxito das investigações científicas, foi sempre uma preocupação entre os filósofos. O esforço por interpretar a objetividade e a eficiência do conhecimento científico acabou por levar muitos pensadores, e em particular os filósofos da ciência, a longas discussões em torno das características fundamentais da racionalidade científica. Problemas como a verificação de uma hipótese, o papel das hipóteses *ad hoc*, as explicações probabilísticas, o caráter indutivo/dedutivo das explicações, as características gerais de uma teoria, etc.⁴⁶ são questões que sempre inquietaram os filósofos da ciência. Ainda que inúmeros

⁴⁵ *Ibid.*, p. 133.

⁴⁶ Ver HEMPEL, C.G. (1970); LOSSE, J. (1981); CHALMERS, A. (1993) entre outros.

trabalhos tenham sido elaborados com a finalidade de esclarecer tais problemas, muitos permanecem até hoje perturbando os filósofos.

Um dos problemas centrais da filosofia da ciência que continua sistematicamente preocupando os filósofos é o seguinte: dentro da atividade científica, quais os *critérios* que devem ser seguidos para a escolha de teorias? Ou ainda, dado um conjunto de teorias rivais que disputam a preferência na explicação de determinados dados empíricos de um certo domínio da realidade, como decidir qual delas é a melhor? Quais características uma teoria deve possuir para que seja considerada melhor que as outras e superior às suas predecessoras? Como avaliar os méritos de teorias rivais?⁴⁷

Dentro de uma antiga tradição filosófica que vem desde Descartes, inúmeras tentativas foram feitas para explicar os “critérios” que os cientistas devem seguir na hora de escolher a melhor teoria. Como parte dessa tradição, a filosofia analítica da ciência, em particular a corrente do positivismo lógico (também chamada empirismo lógico) instaurada pelo Círculo de Viena, levou um grande número de filósofos a acreditar que os juízos científicos derivam de sua conformidade com certas *regras* universais do raciocínio científico de natureza quase algorítmica – como fórmulas – e cuja aplicação corresponderia à metodologia científica propriamente dita. Descobrir as *regras* apropriadas do método científico seria como que expressar a sua essência. Seria decifrar o código racional de uma boa seleção de teorias e, por sua vez, conhecer definitivamente os segredos para uma eficiente forma de pensar cientificamente.

Na verdade, os esforços mobilizados pelo positivismo lógico em romper com a metafísica – com a tradição especulativa – através de uma superação radical realizada por meio da análise lógica da linguagem, aproximou a filosofia do modo científico de se pensar. Conseqüentemente, o esclarecimento lógico dos problemas e dos enunciados científicos passou a ser uma questão muito importante para os positivistas. A missão da filosofia era estabelecer uma análise rigorosa dos

⁴⁷ CHALMERS, A. F. (1993), p. 137, 149.

conceitos e definir um método adequado para todo tipo de conhecimento que aspirasse o estatuto de científico.⁴⁸ Encontrar os alicerces do conhecimento e as *regras* que pudessem garantir o rigor, a precisão, a objetividade e a clareza dos juízos científicos tanto nas ciências exatas como nas humanas passou a ser então uma das principais preocupações da filosofia.

Uma manifestação dessa busca por *regras* metodológicas do raciocínio científico está nas expressões usadas em importantes trabalhos de filosofia da ciência. Refiro-me a expressões como: “*regras semânticas das teorias como redes de segurança*”⁴⁹ usada por Carl Hempel; ou ainda: “*padrão dedutivo de explicação*”, “*reconstrução lógica dos fundamentos da ciência*”, “*fundamentação lógica da física*”, “*a estrutura da ciência*”, etc. Há nestas expressões toda uma tradição filosófica na qual determinadas *regras* – se descobertas – forneceriam os procedimentos quase mecânicos para a seleção de teorias.

Essa análise positivista da racionalidade em termos de regras rígidas, quase algorítmicas, conduziu a filosofia analítica da ciência a um emaranhado lógico tão complexo quanto afastado da prática científica normal dos pesquisadores. É difícil aceitar que o cientista observe em seu trabalho uma seqüência rígida de regras. Mais coerente seria admitir que o seu esforço é no sentido de se aproximar pouco a pouco da teoria ideal, num avanço permanente do conhecimento⁵⁰, através da constatação de uma adequação cada vez maior da teoria com os dados empíricos disponíveis. Por isso, este progresso do conhecimento, muito comum na atividade científica real, é difícil de explicar em termos de regras. Não há, portanto, um critério ideal para a escolha da teoria perfeita.⁵¹

⁴⁸ LACOSTE, J. (1992), p. 40.

⁴⁹ LOSEE, J. (1981), p. 194.

⁵⁰ É claro que esse avanço nem sempre acontece de forma contínua. Muitas vezes, a ciência cresce através de tropeços, saltos e descontinuidades de todo tipo.

⁵¹ De acordo com THUILLIER, “[...] o Método, na prática, não fornece critérios seguros para determinar com antecipação o que é “bom” e o que não o é. Em nenhum lugar existe uma lista exaustiva das condições a preencher para avançar diretamente em direção à Verdade. O pesquisador que é de fato um pesquisador (quer dizer, que não se contenta em aplicar “receitas” já conhecidas a domínios um pouco diferentes) não pode saber se os conceitos que emprega serão sempre adequados; se os instrumentos que utiliza serão bastante eficazes; se as questões que coloca são judiciosas; se todas as hipóteses auxiliares a que deve recorrer ficarão de pé etc. Existem *riscos*, portanto. Nenhuma Instância Metodológica Suprema oferece garantia de sucesso...

No entanto, durante anos, muitas regras foram propostas (regras indutivas, dedutivas, hipotético-dedutivas, probabilísticas, etc). Ainda que a validade de muitas delas tenha sido reforçada por meio de exemplos significativos da história da ciência, a aplicação prática de tais regras sempre foi problemática. Dificuldades, por exemplo, na interpretação dos dados empíricos, ou as discordâncias com relação ao que é ou não relevante em uma determinada pesquisa, entre outros, são conflitos inerentes à atividade científica e que fazem difícil a possibilidade de se adotar regras *a priori*. Por isso, os filósofos não conseguiram chegar a uma formulação geral satisfatória com a qual todos pudessem estar de acordo.⁵²

Para Sokal e Bricmont,

(...) a experiência acumulada durante três séculos de prática científica propiciou-nos uma série de princípios metodológicos mais ou menos gerais – por exemplo, repetir os experimentos, usar controles, testar os medicamentos segundo protocolos absolutamente imparciais – que podem ser justificados por argumentos racionais. No entanto, não afirmamos que esses princípios possam ser codificados em definitivo nem que esta lista esteja completa. Em outras palavras, não existe (pelo menos até o presente) uma codificação acabada da racionalidade científica; e duvidamos seriamente de que possa vir a existir. Afinal de contas, o futuro é, por sua própria natureza, imprevisível; a racionalidade é sempre uma adaptação a situações

Mas esse estatuto desconfortável é justamente o estatuto da pesquisa. E pode ser qualificado como *normal*...” (THUILLIER, P. (1994), p. 18)

⁵² Para Feyrabend, “A idéia de que a ciência pode e deve ser elaborada com obediência a regras fixas e universais é, a um tempo, quimérica e pernicioso. É *quimérica* pois implica visão demasiado simplista das capacidades do homem e das circunstâncias que lhes estimulam ou provocam o desenvolvimento. E é *pernicioso* porque a tentativa de emprestar vigência às regras conduz a acentuar nossas qualificações profissionais em detrimento de nossa humanidade. Além disso, a idéia é *prejudicial à ciência*, pois leva a ignorar as complexas condições físicas e históricas que exercem influência sobre a evolução científica. Torna a ciência menos plástica e mais dogmática: cada qual das regras metodológicas se vê associada a pressupostos cosmológicos, de modo que, recorrendo à regra, damos por admitido que os pressupostos sejam corretos.” (Feyerabend, Paul, (1977), p. 449.)

novas. Apesar disso – e esta é a principal diferença entre nós e os céticos radicais –, achamos que as teorias científicas bem estabelecidas são em geral sustentadas por bons argumentos, embora a racionalidade desses argumentos precise ser analisada caso a caso.⁵³

A posição assumida neste trabalho com relação à possibilidade de se estabelecer regras metodológicas “a priori” para explicar a racionalidade científica está perfeitamente de acordo com o modo de pensar de Sokal e Bricmont. No entanto, caberia aqui uma pergunta: como analisar, seguindo esses autores, a racionalidade dos argumentos “caso a caso”? Talvez uma boa resposta esteja na análise de Lacey sobre a racionalidade científica.

Em contraposição à abordagem da filosofia analítica para o problema da escolha de teorias, Lacey tem apresentado uma forma alternativa de tratar a racionalidade da ciência. Trata-se de uma mudança de foco que consiste em abordar a racionalidade não em termos de *regras*, mas sim de *valores*. E isto, de um lado, porque

(...)nenhum subconjunto consistente de regras foi mobilizado plausivelmente para explicar todos os casos de escolha teórica que foram aceitos como definitivos dentro dos cânones da prática científica⁵⁴

Mais ainda, Lacey – como Sokal e muitos outros – defende a idéia de que a procura por essas regras não se apresenta como uma busca promissora. Assim, sua proposta é de “abandono do projeto positivista” de busca por *regras a priori* em troca de uma análise da ciência em termos de *valores cognitivos*.

⁵³ SOKAL e BRICMONT, (1999), p. 66-67.

⁵⁴ LACEY, H., (1998), p. 90.

Por outro lado, os *valores*, segundo Lacey, desempenham um papel central nas práticas científicas. Daí o título do seu livro – *Valores e Atividade Científica* – do qual foram extraídas estas idéias.

Como se disse acima, a abordagem na qual Lacey vem trabalhando vai no sentido de se mudar o foco do problema em questão. Para isso, ele analisa

(...) a racionalidade (científica) em termos de um conjunto de valores (“valores cognitivos”), e não em termos de um conjunto de regras, e propõe que *os juízos científicos corretos são feitos por meio do diálogo entre os membros da comunidade científica acerca do nível de manifestação de tais valores por uma teoria, ou por teorias rivais, em vez de por meio da aplicação de um algoritmo ideal por cientistas individuais.*⁵⁵

Lacey reconhece que esta abordagem não é totalmente nova. Ela foi sugerida por Thomas Kuhn no “Posfácio – 1969” de *A Estrutura das Revoluções Científicas*.⁵⁶ Mais tarde, em 1977, Kuhn volta a se referir aos valores como elementos constitutivos da ciência em “*Objectivity, value judgement and theory choice*”⁵⁷. O assunto foi também trabalhado por McMullin, autor americano citado por Lacey como um dos que melhor desenvolve o tema da racionalidade da ciência em termos de valores. Mas o mérito de Lacey está na revelação das possibilidades que estão por trás desta nova abordagem do método científico. Uma dessas possibilidades é precisamente o fato de que a análise da racionalidade da ciência em

⁵⁵ *Ibid.*, p. 61 (os grifos são nossos).

⁵⁶ Para Kuhn não existem critérios de escolha de teorias logicamente convincentes. “Não existem algoritmos neutros para a escolha de uma teoria. Nenhum procedimento sistemático de decisão, mesmo quando aplicado adequadamente, deve necessariamente conduzir cada membro de um grupo a uma mesma decisão. Neste sentido, pode-se dizer que quem toma a decisão efetiva é antes a comunidade dos especialistas do que seus membros individuais”. E que razões existem no interior da comunidade científica que possam orientar suas decisões? “(...) a exatidão, a simplicidade, a fecundidade e outros semelhantes. Contudo, queremos sugerir que tais razões funcionam como valores, individual e coletivamente, por aqueles que estão de acordo quanto à sua validade”. (KUHN, T. 1975, p. 245-246).

⁵⁷ KUHN, T. (1977).

termos de valores e não em termos de regras é o que nos permite questionar a neutralidade da ciência.

A abordagem da racionalidade científica em termos de valores – não em termos de regras rígidas – apresenta inúmeras vantagens. Embora não seja nosso objetivo expor uma lista exaustiva dessas vantagens, algumas são significativas neste trabalho. Uma delas é a “*flexibilidade*”, ou seja, a abertura a interpretações controvertidas que o julgamento acerca de “valores” admite no interior da ciência. Na estratégia de Lacey, os valores cognitivos são os que contam na seleção de teorias e como falta aos valores a precisão e o caráter quase-algorítmico das regras, há nessa abordagem metodológica um espaço para as interpretações individuais e coletivas sobre a teoria científica que melhor explica os dados empíricos. Os valores, em geral, manifestam-se na prática em maior ou menor grau, tornando assim possível que o juízo acerca da presença deles em uma determinada teoria seja um juízo flexível, não “duro”. A aceitação, portanto, de explicações científicas é sempre algo maleável, perfeitamente admissível se a metodologia científica for tomada em termos de valores. Ainda que os cientistas reconheçam um conjunto comum de valores cognitivos na análise de teorias e atuem dentro dos mesmos cânones da racionalidade, isso não implica que seus julgamentos sejam necessariamente iguais. Cientistas munidos dos mesmos valores quase sempre fazem escolhas diferentes na mesma situação concreta. Isso se deve ao fato de que cada um deles atribui *pesos* diferentes aos diversos valores encontrados numa teoria, e aplicam de forma diferenciada o mesmo critério valorativo.⁵⁸

Conceber, portanto, a racionalidade científica em termos de valores cognitivos é reconhecer que as discordâncias teóricas são consistentes com as práticas científicas. E essa flexibilidade não seria possível se o juízo acerca da aceitabilidade de uma teoria fosse decidido em termos de regras rígidas. É a isso que se referem Sokal e Bricmont quando dizem que “as teorias científicas bem estabelecidas são em

⁵⁸ Para Lacey, “os pesos atribuídos aos vários valores cognitivos podem ser função de um compromisso anterior com certos valores pragmáticos. Por exemplo, o grande peso atribuído à exatidão preditiva na moderna ciência natural pode ser devido ao moderno interesse no controle tecnológico, e assim não ser válido para uma cultura que desvalorize tal interesse”. (LACEY, H. (1998), p. 92)

geral sustentadas por bons argumentos, embora a racionalidade desses argumentos precise ser analisada caso a caso”.⁵⁹

Uma outra grande vantagem da abordagem adotada por Lacey para a análise da atividade científica em termos de valores refere-se às reflexões em torno da tese da neutralidade da ciência. As discussões neste terreno, em geral, são marcadas por uma forte ambigüidade conceitual e, às vezes, por uma verdadeira confusão de idéias que acabam quase impossibilitando uma discussão proveitosa sobre o assunto. Muitos pensadores –cientistas e filósofos da ciência – afirmam, com razão, que não é lícito admitir a presença de valores sociais no interior da prática científica. A ciência, dizem, segue critérios exclusivamente cognitivos, não sociais e nem históricos. Neste sentido, somos forçados a admitir que a ciência é neutra. Mas, por outro lado, muitos reconhecem uma estreita relação da ciência com o desenvolvimento capitalista da sociedade ou com os objetivos de certas pesquisas a serviço de finalidades bélicas, políticas, racistas, econômicas, etc. São visões diferentes e algumas vezes incompatíveis acerca da mesma ciência. Em geral, quando alguém afirma ser a ciência uma atividade neutra, com certeza estará pensando nas escolhas puramente cognitivas de teorias e, por sua vez, quando alguém defende a tese de que a ciência não é neutra estará enfatizando o compromisso social daquele conhecimento com uma determinada perspectiva de valor da sociedade. Como veremos, este dilema é bem resolvido por Lacey ao abordar a ciência em termos de valores.

Um outro ponto fundamental no pensamento de Lacey que devemos esclarecer, antes de examinar a concepção de *imparcialidade*, é a distinção conceitual entre *valores cognitivos* e outros tipos de valores – *não-cognitivos* – como os *morais* ou *sociais*. Para Lacey,

essa distinção é crucial para interpretar apropriadamente os resultados da pesquisa científica e para tornar acessível a reflexão

⁵⁹ SOKAL e BRICMONT (1999), P. 67.

sobre como a neutralidade poderia ser defendida enquanto um valor das práticas científicas.⁶⁰

Por “*valores cognitivos*” entendem-se aqueles usados na escolha racional das teorias científicas. São aqueles que os cientistas costumam levar em conta ao confrontar as explicações teóricas com a realidade estudada e com as teorias anteriormente aceitas. “São características que as teorias e hipóteses científicas devem ter para o fim de expressar bem o entendimento”⁶¹. Ou seja, são atributos que contribuem para gerar ou confirmar teorias. Reunidos em uma espécie de lista eles formam o que poderíamos chamar de conjunto de *critérios* racionais na seleção de teorias.

Vejam os brevemente, a título de exemplo, alguns desses *valores cognitivos* mais freqüentemente presentes nas discussões sobre escolha de teorias:⁶²

- **Adequação empírica:** uma teoria pode ser considerada boa na medida em que ela se “ajusta” bem aos dados empíricos relevantes obtidos pela experiência. Ou seja, na medida em que ela apresenta um bom poder preditivo, é empiricamente testável e está de acordo com os conteúdos não refutados de teorias anteriores.
- **Consistência lógica:** uma teoria, para ser boa, deve apresentar concordância nos seus juízos internos, não pode ser contraditória, deve ser consistente com as concepções dominantes daquele campo de pesquisa, etc.
- **Simplicidade:** é a clareza conceitual, inteligibilidade, elegância, parcimônia, harmonia, coerência, ausência de aspectos *ad hoc* da ‘boa’ teoria. Ou seja, quanto mais simples, melhor é a teoria. Na formulação das Teorias da Relatividade Especial e Geral, por exemplo, Einstein buscava uma teoria que apresentasse uma “unidade”, uma “simplicidade” e uma “perfeição lógica” nos princípios científicos. “O grande objetivo de toda a ciência.... – diz Einstein – é abranger o maior número possível de

⁶⁰ LACEY, H. (2003b), p. 122.

⁶¹ *Ibid.* p. 121

⁶² LACEY, H. (1998), p. 62.

fatos empíricos por deduções lógicas, a partir do menor número possível de hipóteses ou axiomas”.⁶³

– **Fecundidade (fertilidade):** uma forma de avaliar teorias está, também, na sua capacidade de originar novas questões, novos paradigmas de pesquisa, ou ainda, de antecipar e solucionar problemas novos ou mesmo de gerar novas possibilidades tecnológicas.

– **Poder explicativo:** uma teoria é melhor que a outra na medida em que ela fornece explicações para os fenômenos numa maior profundidade e extensão de domínios. Ou ainda, na medida em que ela unifica as diversas classes de fenômenos ou de outras teorias.⁶⁴

Outros valores cognitivos poderiam ser acrescentados a esta lista – “*o poder de previsão da teoria*”, “*redução ao mínimo das hipóteses ad hoc*”, “*poder de encapsular possibilidades dos fenômenos*”⁶⁵, etc. –, no entanto, não é nossa intenção estabelecer uma relação exaustiva e nem seria isso viável, pois a lista e o grau de importância de cada um desses valores podem mudar de acordo com as disciplinas científicas – basta lembrarmos da diferença entre ciências exatas e ciências humanas –, visto que os critérios para se determinar uma boa teoria variam de acordo com as características dos fenômenos que uma teoria pretende explicar.

Por *valores não-cognitivos* entendem-se aqueles de ordem moral, social, política, econômica, que costumam estar presentes nas leis, nos projetos, na política, nos costumes e hábitos de uma sociedade. Para o que nos preocupa, ou seja, para o problema da racionalidade da ciência, tais valores são precisamente aqueles que não dizem respeito direto ao questionamento epistemológico de escolha de teorias. “Eles

⁶³ EINSTEIN, A. *Ideas and Opinions*, Nova York: Crown Publishers, 1954 (*apud* KNELLER, G.F. (1980), p. 46.

⁶⁴ GLEISER, M. (1999), p. 177: “Até sua morte, em 1955, Einstein buscou uma formulação geométrica que não só explicasse os fenômenos eletromagnéticos, mas também os unificasse com a gravitação. Uma teoria unificada da gravitação e do eletromagnetismo (...) A idéia de unificação é fundamental em física. O poder ou eficácia de uma teoria pode ser medido pela variedade de fenômenos que ela pode explicar. Newton unificou a física dos fenômenos gravitacionais celestes com a física dos fenômenos gravitacionais terrestres. No século XIX, Faraday, Maxwell e outros mostraram que fenômenos elétricos e magnéticos podem ser descritos conjuntamente por meio do campo eletromagnético”. Hoje os cientistas buscam uma “teoria de tudo”, uma teoria que apresente a máxima capacidade explicativa.

⁶⁵ LACEY, H. (2003b), p. 130.

nada têm a ver com a avaliação do entendimento expresso pelas teorias científicas”.⁶⁶ Ou seja, uma teoria não é aceita nem rejeitada em razão de algum acordo ou desacordo que ela possa manifestar com relação a valores de uma determinada sociedade. É neste sentido que se deve entender a concepção de que a ciência é “livre de valores”.

Feitos estes esclarecimentos, nossa preocupação é com relação à tese da *imparcialidade*. Segundo Lacey, a idéia de *imparcialidade* da ciência refere-se especificamente ao processo de seleção de teorias. Essa seleção consiste normalmente no uso *exclusivo* de valores cognitivos. Se tivermos um conjunto de teorias rivais sobre um determinado domínio da realidade, todas concorrendo entre si para explicar satisfatoriamente os dados obtidos pela pesquisa científica, a escolha deverá recair naquela que manifestar mais adequadamente determinado conjunto de *valores cognitivos*.

Com palavras de Lacey,

...a *imparcialidade* afirma que uma teoria é apropriadamente aceita *somente* se ela manifestar os valores cognitivos num alto grau à luz dos dados empíricos disponíveis e de outras teorias apropriadamente aceitas.⁶⁷

Assim, afirmar que o juízo de aceitar uma teoria é *imparcial* significa reconhecer que tal julgamento se baseou exclusivamente em critérios epistemológicos de racionalidade, como a *adequação empírica*, a *consistência interna*, a *simplicidade*, o *poder explicativo*, o *poder de previsão*, etc. Estes são alguns dos *valores cognitivos* pelos quais uma determinada teoria deve disputar com outras a preferência de escolha.

⁶⁶ *ibid* p. 122.

⁶⁷ LACEY, H., (1998), p. 9.

A percepção, aceitação e exploração da idéia de *imparcialidade da ciência* têm um sentido fundamental na compreensão das práticas de pesquisa. De acordo com esta tese, as relações que uma determinada teoria possa vir a ter com qualquer perspectiva de valor⁶⁸ – capitalista, socialista, racial, etc – são irrelevantes para o juízo *imparcial* acerca da sua aceitabilidade, já que esse juízo é feito com base apenas na apreciação dos *valores cognitivos* presentes na teoria proposta.

Por exemplo, a aceitação *imparcial* da Mecânica Clássica, da Mecânica Quântica, da Teoria da Relatividade ou da Evolução das Espécies, entre muitas outras explicações científicas, é devida apenas ao rigoroso juízo feito pela comunidade científica acerca do grau em que os valores cognitivos estão presentes em suas proposições e não pelo fato de serem teorias capitalistas, economicamente viáveis, patriarcais, do homem branco, historicamente oportunas, etc. O êxito de uma teoria aceitável no interior das práticas científicas, a nível de seleção de teorias, se assenta exclusivamente sobre valores cognitivos.

Uma outra idéia importante que se desprende da concepção de Lacey sobre a tese da *imparcialidade* é a seguinte: os juízos científicos bem fundamentados acerca da aceitação de uma teoria com relação a um dado domínio, levando em consideração unicamente o grau em que a teoria manifesta os valores cognitivos, independentemente de como ela possa se relacionar com outros interesses (outros valores) da sociedade, representam um **valor** e não necessariamente um **fato**. Sendo assim, a *imparcialidade* funciona como um **ideal**, uma aspiração que deve nortear os esforços dos cientistas na escolha de teorias.

Nos casos reais de aceitação (escolha) de teorias, a tese da *imparcialidade* se apresenta com maior ou menor intensidade. Às vezes, a *imparcialidade* pode nem se manifestar. Um caso modelar, historicamente conhecido, de *parcialidade* da ciência é o do geneticista russo Trofim Lyssenko. Lyssenko prometeu revolucionar a agricultura de seu país afirmando, entre outras coisas, que “as influências ambientais podem, por si mesmas, alterar os genes de culturas para produzir variações

⁶⁸ Valor aqui é no sentido de *valor não-cognitivo*.

superiores”.⁶⁹ Tratava-se, então, de produzir uma espécie de trigo de inverno superior às versões anteriores através de condicionamentos ambientais. Até aí nada de errado, se suas idéias fossem tomadas como hipóteses sujeitas a diferentes testes comprobatórios de natureza cognitiva. No entanto, apesar de sua tese nunca ter sido confirmada, ela era mantida por se ajustar bem à ideologia socialista na qual a verdade de uma teoria científica – assim reconhecia Stalin – reside em sua concordância com as posições político-ideológicas do Estado. O lyssenkismo passou, assim, a ser uma “ciência biológica socialista” em luta permanente contra a classe adversária, contra a “genética burguesa” do ocidente.⁷⁰ A *parcialidade* da ciência de Lyssenko está no fato de que valores sociais faziam parte do processo de escolha de teorias.

Essa caracterização da metodologia científica através da idéia de *imparcialidade* confere à ciência uma objetividade, um sucesso cognitivo de caráter universal que, em geral, é bem aceito por quem, de alguma maneira, está ligado à ciência, em particular os cientistas. Neste sentido, uma outra idéia importante contida na tese da *imparcialidade* é o valor de nos manter longe do relativismo, postura que Lacey rejeita explicitamente e que, como já dissemos, queremos evitar.

A aspiração de vincular a ciência com o momento histórico no qual é produzida – como se a ciência fosse uma mera “construção social” – presente em algumas críticas modernas, ou de contestar as pretensões da ciência de se constituir em paradigma da racionalidade ao produzir uma forma de conhecimento objetivo e universalmente aceito, correm o risco de induzir alguns leitores a uma confusão conceitual cuja conseqüência é a adoção de diferentes formas de relativismo. Assim, torna-se importante entender o sucesso cognitivo de uma teoria a partir da idéia de *imparcialidade* e não através de interpretações pessoais pouco fundamentadas. Além disso, esta é a única maneira de se ter uma base para a crítica da ciência quando ela deixa de ser parcial.

⁶⁹ KNELLER, G. F. (1980), p. 232

⁷⁰ É no mínimo estranho tentar qualificar a ciência como “socialista” ou “burguesa”, mesmo que ela pertença a uma dessas linhas de pensamento político. A ciência pretende ser objetiva e, por isso, universal. O caso Lyssenko foi bem examinado por Michael Löwy. (LÖWY, M. (1994)).

Mas a questão importante que pode ser levantada neste momento é esta: em que medida a idéia de *imparcialidade* é relevante para nós, se o problema que nos preocupa é com relação à *neutralidade* da ciência? A resposta completa para esta pergunta deverá ser dada no próximo capítulo. Por ora, basta pensarmos que a idéia de *neutralidade* está mais bem relacionada com valores não-cognitivos (sociais, morais, ideológicos, etc). Uma teoria não seria neutra se ela apresentasse implicações lógicas relativas a valores não-cognitivos, por exemplo, se ela estivesse mais a serviço de uma determinada sociedade do que outra, se ela favorecesse uma ideologia mais do que outra. Como o processo de seleção de teorias é feito com base unicamente em valores cognitivos e apenas estes são relevantes na escolha da melhor explicação num determinado domínio da realidade, então podemos pensar que as teorias aceitas segundo o método científico estão livres de valores (sociais) e, por isso, são neutras. Voltaremos a este ponto mais à frente.

Antes de finalizar o capítulo, penso que seria conveniente mencionar alguns episódios recentes noticiados pelos jornais e revista do mundo inteiro nos quais se defende a idéia de imparcialidade da ciência.

Em setembro de 2002, a Bell Laboratories, Lucent Technology, EUA, demitiu Jan Hendrik Schön, jovem pesquisador alemão acusado de fraude e má-conduta científica.⁷¹ O comitê de investigação encarregado de analisar o caso foi composto por cinco pesquisadores de renome com M. R. Beasley, da Stanford University, na presidência. Tratava-se de verificar através dos artigos publicados por Schön e colaboradores as reais possibilidades de má-conduta científica, ou seja, a validade dos dados e a própria metodologia científica usada nas pesquisas.

Schön havia chamado a atenção dos pesquisadores da área de física dos materiais e da indústria de telecomunicações pelo grande número de publicações científicas, bem como por ter demonstrado que minúsculos cristais orgânicos poderiam funcionar como semicondutores. Um assunto de grande interesse para a

⁷¹ Um relatório detalhado de 127 páginas sobre o assunto pode ser encontrado na internet, na página da Bell Labs: <<http://www.bell-labs.com/>>

indústria da informação, sempre ansiosa em diminuir cada vez mais o tamanho dos chips e aumentar sua capacidade de processar informações.

As suspeitas surgiram quando outros pesquisadores constataram que uma mesma figura apresentada por Schön em diversos artigos publicados nas revistas *Science and Nature* era usada para representar diferentes materiais em disposições e condições diversas. Perceberam que os gráficos que deveriam demonstrar seus experimentos não correspondiam perfeitamente aos verdadeiros dados experimentais. Questionado sobre o problema, Schön alegou haver perdido os dados corretos por insuficiência de memória no computador e, por isso, havia como que “completado” os gráficos com a finalidade de garantir um bom aspecto na apresentação de suas conclusões. A resposta de Schön não agradou os cientistas interessados no assunto. Montou-se então um comitê de investigação.

No relatório final apresentado por esse comitê afirma-se que a dúvida inicial nas investigações era esta: o que poderia ter acontecido? E em seguida são apresentadas as possibilidades. Uma possível *substituição de dados* (um erro na composição das figuras); uma *precisão irreal dos dados* (uma precisão para além das experiências realizadas); ou *resultados não condizentes com as teorias* (comportamento inconsistente com as práticas científicas) e, neste caso, seria configurada a fraude. Após uma longa e minuciosa investigação que durou quatro anos, o comitê confirmou que Schön havia falsificado os dados com a finalidade de engrandecer sua pesquisa. A punição foi a demissão do cargo de cientista da Bell Labs.

Como vemos, a base necessária para se proceder à crítica de um trabalho científico de validade duvidosa é a *imparcialidade*. Os critérios investigados na escolha da teoria são exclusivamente de natureza cognitiva. Introduzir elementos alheios no modo científico de proceder é desvirtuar a metodologia científica.

Um outro caso, semelhante ao de Schön, porém não tão recente, é o de Victor Nimov. Em 1999, cientistas de Berkeley, anunciaram ter produzido o elemento químico 118. A notícia estimulou outros laboratórios a realizarem as mesmas

experiências com a finalidade de comprovarem a descoberta. No entanto, foram realizadas várias tentativas frustradas em laboratórios da França, que então contavam com a colaboração da USP. Em São Paulo o episódio foi assim anunciado pela revista “Pesquisa” da FAPESP:

Exatamente um ano depois de ter sido obrigado a desmentir uma descoberta bombástica de 1999 – a dos elementos pesados 118 e 116 –, o Lawrence Berkeley National Laboratory, administrado pela Universidade da Califórnia, anunciou a demissão do pesquisador apontado como responsável pelo fiasco (*Nature*, 18 de julho de 2002). Depois de um longo processo interno, Victor Nimov, encarregado das análises de computador na pesquisa, foi despedido em maio. Ele continua negando que fabricou os dados. Só que agora, também no GSI – instituto de pesquisa física com sede em Darmstadt, na Alemanha –, onde Nimov trabalhou nas pesquisas que acrescentaram dois outros elementos à tabela periódica – o 111 e o 112 –, suas análises estão sendo questionadas. Apesar disso, segundo Sigurd Hofmann, físico responsável pelos estudos do GSI, a descoberta desses dois elementos continua de pé.⁷²

Mais uma vez a avaliação da pesquisa científica manifesta um grau adequado de *imparcialidade* presente na seleção de teorias. Com isto, acreditamos ser muito pertinente a proposta de Lacey para que se preserve a *imparcialidade* da ciência como um **ideal**, ou seja, como um **valor** próprio da atividade científica e que, como tal, deva ser protegida.

Para concluir, vale a pena ressaltar mais uma vez que a tese da *imparcialidade* da ciência representa uma das componentes da ampla noção na qual a ciência é considerada livre de valores. Para a discussão que caracteriza as motivações deste

⁷² “Cientista é acusado de falsear dados”. *Pesquisa FAPESP*. São Paulo, 79: 16, set. 2002.

trabalho, ou seja, para chegarmos a uma noção da não-neutralidade da ciência que reúna em si as duas características mencionadas no início do capítulo, é fundamental o reconhecimento da idéia de *imparcialidade*. Se, por um lado, ela nos permite evitar as posturas relativistas, na medida em que nos assegura que o sucesso teórico e prático das teorias se deve em boa parte ao esforço do cientista na direção da verdade objetiva, por outro lado, é um valor, um ideal que, como tal, deve ser preservado no interior da atividade científica – apesar de nem sempre essa meta ser atingida na prática.

IV – A NEUTRALIDADE APLICADA

Depois de analisarmos a concepção de Lacey sobre a tese da *imparcialidade* como uma das formas da ciência se relacionar com os valores (cognitivos), nosso objetivo agora é avançar no questionamento da tese da *neutralidade*, outra forma da ciência se relacionar com os valores e neste caso com valores sociais.

Tendo em conta a complexidade do tema e a variedade de formas como ele é considerado, principalmente pelos que alimentam uma visão crítica com relação ao papel da ciência moderna na sociedade, penso que seja conveniente esclarecer de início o sentido dado neste trabalho para a idéia de *neutralidade*. Tal esclarecimento tem a finalidade de orientar a forma como as idéias serão apresentadas ao longo do capítulo.

Nossa preocupação principal consiste em encontrar uma base de idéias capaz de fundamentar a tese de que a ciência moderna não é uma atividade neutra. Para isso, será necessária uma avaliação das práticas científicas que nos permita descobrir nas escolhas de teorias a presença de algum tipo de preferência cuja finalidade seja favorecer um determinado conjunto de valores sociais em detrimento de outro. Assim, a tese da *não-neutralidade* estaria justificada se conseguíssemos mostrar que as teorias selecionadas pela ciência moderna para explicar os fenômenos da natureza são aquelas que satisfazem não exclusivamente a valores cognitivos – *imparcialidade* –, mas também a interesses (valores sociais) vinculados à forma como a sociedade moderna é estruturada.

Um bom caminho para isso é pensar que a ciência, nos moldes em que ela é praticada, responde bastante bem aos padrões de progresso das atuais sociedades desenvolvidas. Ela determina os problemas que devem ser resolvidos, decide os métodos que serão empregados na análise dos problemas e apresenta as soluções mais adequadas em vista do tipo de progresso que essas sociedades aspiram. Além

disso, a ciência prioriza um entendimento que proporciona aos que a praticam uma grande capacidade de manipulação dos fenômenos naturais através de uma tecnologia avançada, que marca profundamente o atual modelo de desenvolvimento social. Afirmar, portanto, que a ciência não é neutra é mostrar de que maneira a seleção de teorias está comprometida com os valores (sociais) das sociedades onde ela é praticada.

Esta maneira de tratar o tema da neutralidade não é, como alguém poderia pensar,⁷³ o mesmo que questionar a honestidade das teorias comprovadamente aceitas, já que isto se refere mais bem ao problema da *imparcialidade*. Nem se é lícito fazer determinadas pesquisas (por exemplo, com seres humanos), ou se é correto investir cientificamente na construção de equipamentos de guerra. Todas estas são discussões importantes, mas não constituem o ponto central da nossa preocupação. A questão que no fundo se impõe em nosso trabalho pode ser assim expressa: a ciência moderna, na forma como ela é praticada, está (ou não) a serviço de alguma perspectiva de valor social em detrimento de outras? E, em caso afirmativo, de que maneira?

Os defensores de uma ciência totalmente neutra insistem na negação de que ela tenha alguma relação com valores pessoais, sociais, políticos ou morais. Alegam que as práticas científicas não têm nada a ver com o mundo dos valores e olham a ciência como uma atividade puramente intelectual. Reforçam suas idéias afirmando que o caráter universal da ciência deriva precisamente da sua neutralidade. E que a tecnologia não é mais que um subproduto da ciência.

Por outro lado, não é pequeno o grupo dos que afirmam que as formulações e os sucessos das teorias científicas estão intimamente associados ao contexto socioeconômico de cada momento histórico e que os avanços tecnológicos (não neutros) têm na ciência sua base de sustentação teórica. Assim, não é possível pensar numa ciência desvinculada dos condicionamentos sociais. Os PCNs, inspiradores deste trabalho, têm a esse respeito um posicionamento muito claro ao

⁷³ Por exemplo, a maneira como Ziman interpreta a argumentação dos que sustentam que a ciência não é livre de “valores” (ZIMAN, J. (1981), p. 361).

afirmar que “é importante reiterar que, sendo atividades humanas, a Ciência e a Tecnologia são fortemente associadas às questões sociais e políticas”, ou seja, “freqüentemente interesses econômicos e políticos conduzem a produção científica ou tecnológica”.⁷⁴

Uma vez admitida a forte associação entre ciência, tecnologia e questões sociais, o problema que normalmente se apresenta é como justificar consistentemente a presença de “valores sociais” nas práticas científicas, como afirmar que a ciência não é uma atividade neutra.

Para se responder a essa interrogação, o caminho da argumentação a seguir consiste numa reflexão sobre a estreita ligação da ciência moderna com as tecnologias avançadas. Por um lado, a união entre esses dois ramos do conhecimento nos permite reconhecer nas práticas e instituições científicas uma noção de *neutralidade* que Lacey denomina “*neutralidade aplicada*”; por outro lado, as teorias científicas que fazem possível as inúmeras aplicações tecnológicas não apresentam em si nenhuma implicação lógica no domínio dos valores. Ou seja, a princípio, as teorias não favorecem a nenhum conjunto particular de valores sociais. A isto Lacey denomina *neutralidade cognitiva*.

Nossa intenção é mostrar que, estando a ciência e a tecnologia tão intimamente unidas, parece-nos evidente que a ausência de neutralidade na tecnologia acaba por contaminar, por assim dizer, a prática científica, roubando com isso da ciência sua pretensa neutralidade. Todavia, somos obrigados a reconhecer que a tentativa de se justificar uma não-neutralidade da ciência apenas apontando para sua estreita relação com a tecnologia não legitima completamente o que se pretende neste trabalho. Por isso, nossa maior preocupação será no sentido de se encontrar algum argumento mais preciso, mais rigoroso e sólido que fundamente a não-neutralidade da ciência moderna a partir de sua relação com a tecnologia.

Assim, num primeiro momento, nossa preocupação será com relação à vinculação da ciência com o contexto das aplicações práticas. No próximo capítulo

⁷⁴ BRASIL, (1997b), p. 29.

analisaremos como Lacey fundamenta sua concepção de neutralidade. Sua postura crítica em relação à ciência moderna o levou a formular uma nova abordagem para a metodologia científica que nos vai ajudar a resolver o problema levantado inicialmente. Um breve resumo de tal abordagem é este: ao introduzir um novo nível epistemológico na escolha de teorias, Lacey acaba encontrando uma maneira bastante consistente de formular a tese da não-neutralidade da ciência.

O tema da neutralidade não é novo, tem já uma longa história. Num primeiro momento, pode-se afirmar que a ciência foi contestada pela religião e pela tradição, campos mais acostumados com a postura dogmática. No entanto, a crença na força da razão humana venceu inúmeras batalhas e o método científico acabou predominando sobre as verdades reveladas, mitos e superstições. Num segundo momento, a crítica passou para um outro nível, para as conseqüências éticas do progresso científico. A invenção da dinamite e, sobretudo, o desenvolvimento de armas químicas e nucleares fez aumentar as críticas à ciência. Num terceiro momento, que poderíamos considerar como atual, a crítica tem se dirigido para o papel social da ciência num sentido mais amplo. Os persistentes problemas como o da exclusão social, das desigualdades sociais, da degradação do meio ambiente, da destruição da camada de ozônio, ou, mais recentemente, das disputas por estratégias de lucro a qualquer custo social entre empresas cujas forças produtivas têm sua origem na posse do conhecimento científico-tecnológico, são exemplos de perplexidades pelas quais muitos acreditam ser a ciência co-responsável.

Incomodados com a situação de crítica, mas não dispostos a reconhecer na ciência uma co-participação nos males modernos, os defensores do conhecimento puro da natureza formularam uma versão da tese da neutralidade da ciência que acabou sendo amplamente difundida na sociedade. Trata-se da afirmação segundo a qual a ciência é na verdade neutra, mas não o seu uso, as suas aplicações tecnológicas. Esta é uma espécie de autodefesa dos cientistas contra os contínuos ataques sofridos pela ciência a partir de meados do séc. XX. Segundo esta

interpretação, a ciência se caracteriza basicamente como “esforço desinteressado” da mente humana na busca de um conhecimento sistemático dos fenômenos da natureza. Entendida assim a ciência deveria ser considerada uma atividade neutra, sem nenhum tipo de compromisso no terreno dos valores. A tecnologia, por sua vez, sendo um subproduto da ciência, não faz parte direta do saber científico. Ela pertence ao campo das aplicações. E são tais aplicações, não a ciência propriamente dita, que podem ser julgadas segundo critérios de valor: para o *bem* ou para o *mal*.

O momento histórico no qual essa distinção ganhou importância foi o do pós-segunda-guerra-mundial, como mostra Ziauddin Sardar em seu *Thomas Kuhn and the science wars*.

Na percepção popular da ciência, a segunda guerra mundial completou o que a primeira havia iniciado. Desta vez, via-se a ciência dirigindo o espetáculo no campo de batalha, e participando dos governos. Os cientistas eram responsáveis não apenas pela invenção de formas novas e mais letais de armas químicas e biológicas, mas por conceber, produzir e finalmente lançar a bomba atômica. As nuvens em forma de cogumelo das bombas jogadas sobre Hiroshima e Nagasaki significaram o fim da era da inocência científica. Agora a conexão entre ciência e guerra havia se tornado mais que evidente, a cumplicidade entre a ciência e a política tinha vindo à tona, e todas as noções de autonomia científica haviam evaporado. O público, que até então havia prestado atenção em grande parte nos benefícios da ciência, viu-se de repente tendo de encarar seu lado devastador.

O processo contra a ciência militarizada começou com o lançamento da publicação dissidente chamada *Bulletin of the Atomic Scientists* por um grupo de físicos nucleares totalmente desencantados com o Projeto Manhattan nos Estados Unidos, e se

consolidou com o surgimento do CND (a Campanha pelo Desarmamento Nuclear) no fim dos anos 50. [...] Muitos cientistas estavam preocupados, querendo que a Bomba não fosse vista como uma consequência inevitável da física. [...] *A tática consistia em alegar que a ciência é neutra; é a sociedade que a pode usar para o bem ou para o mal.* Este argumento da neutralidade tornou-se a principal defesa da ciência durante as décadas de 50 e 60; e permitiu que muitos cientistas trabalhassem em física atômica, até mesmo aceitando financiamentos de órgãos militares, sem que deixassem de se considerar politicamente radicais.⁷⁵

O momento histórico do pós-segunda-guerra-mundial foi decisivo para que fosse formulada essa versão da neutralidade. A idéia descrita acima – a ciência deve ser considerada neutra e a responsabilidade na determinação de suas aplicações tecnológicas não cabe aos cientistas nem à ciência em si, mas a toda a sociedade – tem até hoje muitos defensores. A posição assumida neste trabalho, pelo contrário, não se alinha aos que pregam tal neutralidade e isto por várias razões, entre elas, o fato de a ciência estar – em particular nos tempos atuais – tão comprometida com a tecnologia que é quase impossível separar uma da outra. A não-neutralidade da tecnologia – tese que não será aqui discutida tendo em vista sua aceitabilidade geral – acaba por “contaminar”, por assim dizer, uma pretensa neutralidade da ciência.

Um primeiro aspecto importante dessa discussão, a meu ver, é que não se pode atribuir a responsabilidade pelas consequências do uso da ciência exclusivamente à sociedade em geral, nem apenas aos que decidem sobre as tecnologias, isentando totalmente a própria atividade científica realizada nos institutos de pesquisa e universidades. Neste sentido, o discurso “Em defesa da ciência” pronunciado pelo então Ministro da Ciência e Tecnologia Bresser Pereira em 1999 na Conferência

⁷⁵ SARDAR, Z. (2000), p. 13-14. Itálicos acrescentados.

Mundial sobre a Ciência cujo tema geral foi “Ciência para o século XXI: um novo compromisso” é bastante esclarecedor. Depois de mencionar algumas das críticas mais freqüentemente dirigidas à ciência, o ministro assume uma postura de defesa na qual tenta livrar a ciência das responsabilidades de seu mau uso. Referindo-se ao que ele chamou de “síndrome de culpa” que alguns cientistas vem padecendo por se sentirem co-responsáveis pelos males sociais advindos indiretamente do conhecimento científico, afirma:

O fato de a ciência ter sido mal usada por governos nacionais ou por empresas não faz dos cientistas culpados ou os compele a se justificarem. Somente podemos sentir culpa quando cometemos erros, e cientistas naturalmente cometem erros. Mas não podem ser responsabilizados pelo modo como a ciência tem sido usada, a menos que eles também estejam envolvidos na aplicação da ciência. A decisão de se jogar a bomba atômica, as falhas na usina nuclear de Chernobyl, o uso na agricultura e na indústria de tecnologias agressivas ao meio ambiente foram possíveis devido ao avanço da ciência, porém não foram decisões científicas. Foram decisões políticas e econômicas tomadas por governos nacionais ou por empresas – decisões que, se tiveram alguma participação direta de cientistas, terá sido uma participação marginal.⁷⁶

As palavras do ministro são corretas, porém não nos parece totalmente adequadas ao atribuir a responsabilidade das aplicações da ciência exclusivamente às decisões políticas e econômicas, desobrigando totalmente a própria ciência – o moderno modelo de ciência – de qualquer compromisso com as suas conseqüências. Olhar para a ciência assim é considerar o cientista como uma espécie de sacerdote

⁷⁶ PEREIRA, B. (1999).

consagrado ao culto do saber a serviço do bem da humanidade, sem qualquer obrigação de responder por eventuais efeitos negativos oriundos da própria ciência.

O comprometimento da ciência com os problemas e as finalidades da tecnologia são hoje tão grandes que o questionamento da neutralidade da ciência não pode ser corretamente analisado sem uma compreensão da íntima relação entre esses dois domínios. A ciência não pode ser avaliada em total desvinculação das tecnologias que produz. Nem a expansão tecnológica moderna pode ser entendida e avaliada sem uma compreensão da mútua relação de dependência com a ciência.

No fundo, a dúvida que se apresenta é esta: como podemos entender essas complexas relações de reciprocidade entre ciência e tecnologia em vista de uma real cumplicidade de ambas na sociedade moderna?

Por um lado, do ponto de vista teórico, não é difícil perceber a distinção entre esses dois ramos do conhecimento. A ciência, a princípio, está centrada na idéia de demonstração e prova de um conhecimento objetivo da realidade. Através de uma metodologia específica, o cientista se coloca numa posição pessoal até certo ponto independente dos fenômenos que quer estudar e se esforça por despojar a realidade pesquisada de uma eventual carga subjetiva, tentando assim explicar o mundo tal como ele é. O valor da ciência está, por isso, exclusivamente no rigor do seu método, na exatidão, na coerência e verdade de uma teoria ou lei, independentemente de posições morais ou sociais do cientista, ou das possíveis aplicações e usos de suas conclusões.

A tecnologia, por sua vez, fortemente presente em todos os setores da vida humana moderna, é a aplicação dos conhecimentos científicos na produção de bens e serviços que tentam, de alguma maneira, facilitar a vida humana.

Segundo Kneller:

A tecnologia é essencialmente uma atividade prática, a qual consiste mais em alterar do que em compreender o mundo. Onde a ciência persegue a verdade, a tecnologia prega a eficiência.

Enquanto a ciência procura formular as leis a que a natureza obedece, a tecnologia utiliza essas formulações para criar implementos e aparelhos que façam a natureza obedecer ao homem. Tal como a ciência, entretanto, a tecnologia é uma entidade imensamente complexa que consiste em fenômenos de muitas espécies – agentes, instituições, produtos, conhecimentos, técnicas, etc. [...] Analiso-a como uma atividade historicamente em desenvolvimento para a construção de máquinas e outros artefatos, invenção de técnicas e processos, criação e transformação de materiais e organização de trabalho, de modo a satisfazer necessidades humanas.⁷⁷

A separação teórica da ciência com relação à tecnologia reforça a idéia de que, considerada isoladamente, a ciência pode ser tomada como atividade neutra, não, porém, a tecnologia. E a razão disso parece clara: está no reconhecimento de que o compromisso primário da ciência é com um único objetivo final, a saber, o conhecimento puro do mundo natural. Este conhecimento, como foi visto no capítulo anterior, não está sujeito a critérios éticos – bem ou mal –, mas exclusivamente a critérios epistemológicos como objetividade, coerência, abrangência, verdade, etc. Somente os “usos” desse conhecimento – a tecnologia – podem ser avaliados por padrões não exclusivamente cognitivos.

Por outro lado, do ponto de vista prático, o sucesso de tal parceria tem produzido, nas últimas décadas, uma interação tão profunda entre os dois domínios do conhecimento humano que, embora teoricamente se possa estabelecer uma clara distinção entre eles, na prática é impossível determinar uma separação.

De acordo com Kneller e outros⁷⁸, a tecnologia só começou a fazer uso significativo da ciência em fins do século XIX, quando a indústria química foi

⁷⁷ KNELLER, G. F. (1980), pp. 245-246.

⁷⁸ “Em 1856, no Colégio Real de Química, em Londres, um químico de 18 anos de idade, William Perkin, tentava sintetizar a droga quinina, a partir do alcatrão de hulha. Sua tentativa era superambiciosa e terminou

buscar na ciência o conhecimento necessário para alterar substâncias naturais na fabricação de corantes, fertilizantes e produtos farmacêuticos. A partir daí o sucesso das teorias científicas na solução de problemas técnicos passou a ser tão grande que hoje a afinidade entre esses dois campos do conhecimento não nos permite ver entre eles uma distinção muito acentuada.

A ciência e a tecnologia estão tão intimamente relacionadas que já é comum os dois termos aparecerem associados em diversos contextos como no nome de ministérios, secretarias, eventos acadêmicos, publicações periódicas, etc. A sigla “C & T” já se consagrou como forma comum de expressar a estreita relação entre as duas áreas. Além disso, um termo que ultimamente tem sido muito empregado para enfatizar essa união é o neologismo “*tecnociência*”, expressão que B. Latour introduz em um de seus livros “para evitar a repetição interminável de ‘ciência e tecnologia’”.⁷⁹ Alguns autores, reconhecendo uma verdadeira fusão de domínios, chegam inclusive a afirmar que “a ciência virou *tecnociência*”.⁸⁰

Entendida como instrumento fundamental na cadeia de produção de mercadorias e, portanto, de poder econômico e político em áreas como telecomunicações, informatização, automação e mais atualmente na biotecnologia, a *tecnociência* tornou-se um autêntico agente de transformações sociais. Mudanças profundas no mundo do trabalho, na produção industrial, nos hábitos familiares e sociais, na produção de alimentos, etc. têm sua origem na *tecnociência*. Não há

em fracasso. No decorrer de suas experiências porém, Perkin sintetizou um corante roxo – a malva – que se tornou o primeiro da série inteiramente nova dos corantes de anilina. Antes, os tecidos eram tintos com corantes do tipo do índigo, extraído da planta do mesmo nome. Grandes áreas da Europa se destinavam ao cultivo desta planta. Mas, com aquela experiência de laboratório, a indústria do índigo naufragou. A descoberta de Perkin, desta forma, causou um impacto enorme sobre a vida, o trabalho e o padrão econômico de vastas áreas da Europa. O próprio Perkin instalou uma pequena fábrica, em Houslow, para fabricar malva. O que é mais importante, começou a desenvolver uma escala completa de tintas de cores diferentes.

Esta foi a origem das maiores indústrias de produtos orgânicos do mundo, produzindo uma quantidade impressionante de tintas, drogas e outras substâncias. Foi a indústria de tintas que gerou, não somente a moderna indústria de drogas, mas também as de explosivos, detergentes, plásticos e fibras sintéticas. “Esse foi, de fato, o nascimento do que agora conhecemos como tecnologia – a aplicação da ciência e dos resultados da pesquisa científica, na solução de problemas práticos: industriais, militares, agrícolas, médicos e estruturais”, escreve Lord Todd. “É a nova tecnologia, que revolucionou nossas vidas neste século, e que tem avançado numa velocidade sempre crescente, alimentada por e alimentando-se de uma ciência igualmente progressista” (cf. DIXON, B. (1976), p. 68).

⁷⁹ LATOUR, B. (2000), p. 53.

⁸⁰ TESTART, J. (2002).

dúvidas de que esta é uma das razões que fazem a defesa da neutralidade da ciência uma tese difícil de ser sustentada.

Assim, independentemente de ser o resultado das pesquisas tecnocientíficas positivo ou negativo – para o bem ou para o mal –, parece difícil, senão impossível, querer avaliar a ciência separadamente da tecnologia. E vice-versa. Essa parceria é tão íntima que a ciência passou a ser valorizada não tanto pelas teorias extraordinárias que produz, mas precisamente por suas contribuições à tecnologia.

Cumprе ressaltar que a ligação ciência-tecnologia não é um fenômeno moderno. São inúmeros os exemplos na história da ciência que exemplificam a afinidade entre as duas áreas. Na antiguidade, a ciência de Arquimedes era usada para confeccionar instrumentos de defesa da cidade de Siracusa. Mesmo sendo conhecido como geômetra, ao defender sua cidade dos ataques do general romano Marcelus, Arquimedes atuava na qualidade de engenheiro militar. Na Renascença, os construtores de fontes dos jardins de Florença despertaram o interesse de Galileu para a questão do vácuo. Em seu *“Discurso relativo a duas novas ciências”*, publicado em 1638, Galileu descreve como ele passou a se interessar pelo problema.

O jardineiro acrescentou – escreveu Galileu – que não era possível, nem com as bombas, nem com as outras máquinas que fazem a água subir por atração, fazer com que ela subisse o mínimo que fosse além de 18 braças [aproximadamente dez metros], quer as bombas fossem largas ou estreitas.⁸¹

Galileu não conseguiu resolver bem o problema. Só alguns anos mais tarde, em 1643, o assunto foi explicado por Evangelista Torricelli e Vincenzo Viviani, discípulos de Galileu. De qualquer modo, o episódio ilustra como a ciência moderna, desde seu início, se encarrega de desvendar os segredos da natureza a serviço de uma aplicação prática concreta.

⁸¹ RIVAL, M. (1997), p. 18.

Em tempos de Newton, as conquistas científicas foram ainda mais marcadas pelas necessidades econômicas e técnicas do momento histórico. O famoso ensaio do físico soviético Boris Hessen, apresentado no II Congresso Internacional de História da Ciência e da Tecnologia – Londres 1931, intitulado “As raízes sócio-econômicas dos *Principia* de Newton”⁸², é uma tentativa do autor de compreender Newton, sua obra e sua visão de mundo como um produto da época.

Os resultados brilhantes das ciências naturais nos séculos XVI e XVII foram determinados pela desintegração da economia feudal, pelo desenvolvimento do capital mercantil, das relações marítimas internacionais e da indústria pesada (mineração).⁸³

Na tentativa de se encontrar uma explicação para a aparição de Newton e da sua Mecânica Clássica, Hessen acaba ironizando o que então era chamado de “fenômeno Newton”, um verdadeiro “dom da providência divina”. De acordo com suas posições marxistas, o curso da história não depende de personalidades de gênios, nem do talento e do simples impulso criativo de heróis individuais, mas das condições socioeconômicas e políticas de uma sociedade. A genialidade de indivíduos como Newton funcionaria apenas como um catalisador no curso do processo histórico de um grupo social.

Em seu artigo, Hessen se propõe descobrir os fatores que determinaram o conteúdo e a direção das atividades de Newton. Para tanto, ele identifica uma série de problemas práticos da sociedade européia dos séculos XVI e XVII e centra sua atenção nas áreas de transporte, indústria e atividades militares. Analisa também as lutas de classe durante a Revolução Inglesa em tempos de Newton e as teorias políticas da época. Para cada problema, Hessen identifica uma relação entre as premissas físicas e as variáveis sócio-políticas necessárias para sua resolução e mostra como a hidrostática, a mecânica dos pontos materiais, a mecânica celeste, a

⁸² Em GAMA, Ruy (org). (1992). pp. 30-85.

⁸³ *Ibid.*, p. 33

hidrodinâmica, a estática, a pressão atmosférica, a resistência do ar etc. são temas fundamentais da física que foram desenvolvidos em função das demandas técnicas nas áreas de transporte, indústria e guerra.

Se aceitarmos as análises de Hessen, a ciência de Newton não pode ser aceita como totalmente neutra, menos ainda como fruto exclusivo de sua genialidade. Ela é sim o resultado de um esforço racional na solução de problemas específicos em vista de determinados interesses comerciais, políticos e industriais da época.

Durante séculos, as diversas transformações ocorridas na sociedade estimularam o conhecimento científico com a finalidade de fazer avançar o desenvolvimento de inúmeros instrumentos mecânicos, elétricos e mais recentemente todo tipo de aparato eletrônico. Pouco a pouco a ciência foi adquirindo uma posição cada vez mais comprometida com as modernas tecnologias e hoje praticamente não se pode afirmar que a ciência seja uma atividade isolada e independente, menos ainda, desinteressada.

Uma outra razão que sustenta o contínuo processo de negociação de interesses entre ciência e tecnologia e que reforça ainda mais a ligação entre os dois domínios está no fato de que não é possível olhar para a ciência apenas unilateralmente como fonte fornecedora de soluções teóricas para problemas tecnológicos. Se, por um lado, a ciência moderna abre enormes possibilidades para o desenvolvimento industrial tecnológico, por outro lado, as tecnologias permitem que a ciência alcance um conhecimento cada vez mais amplo, exato, profundo e novo da realidade. Há como que um refluxo constante de informação, problemas e instrumentos da tecnologia para a ciência.

Grandes revoluções conceituais na ciência aconteceram a partir do uso de novas tecnologias nas observações e medições de fenômenos naturais. A revolução científica ocorrida na Renascença, por exemplo, que provocou a substituição do sistema geocêntrico pelo heliocêntrico, foi possível em boa parte devido à construção de instrumentos de medida astronômicos de boa precisão. De início, foram utilizados por Tycho Brahe e depois por Galileu, que aperfeiçoou o

telescópio. Mais tarde Joahhnes Kepler, de posse de dados precisos obtidos a partir dos instrumentos tecnológicos, foi capaz de apresenta uma versão muito mais avançada da teoria heliocêntrica proposta anteriormente (em 1543) por Copérnico. Hoje o avanço no conhecimento das estrelas e da cosmologia em geral só é possível graças aos sofisticados instrumentos tecnológicos. Podemos assim afirmar que “a ciência nasce do casamento das descobertas conceituais com as invenções práticas, uma alimentando a outra, formando um todo indissolúvel.”⁸⁴

A esse respeito, são muito oportunas as afirmações dos PCNs ao descrever a moderna realimentação entre as duas áreas:

O desenvolvimento da tecnologia de produção industrial deu margem a desenvolvimentos científicos, a exemplo da termodinâmica, que surgiu com a primeira revolução industrial. Da mesma forma, as tecnologias de produção também se apropriaram de descobertas científicas, a exemplo da eletrodinâmica na segunda revolução industrial e da quântica na terceira. Há assim um movimento retroalimentado, de dupla mão de direção, em que, a despeito do distinto “estatuto” da investigação científica, é pretensa qualquer separação radical entre esta e inúmeros desenvolvimentos tecnológicos. Isso valeu para a roda d’água medieval, para o motor elétrico do século passado e para o desenvolvimento do laser e dos semicondutores neste século.⁸⁵

Artefatos tecnológicos são criados com a finalidade de auxiliar o trabalho da ciência, ampliar a capacidade de domínio do homem sobre a natureza, aperfeiçoar o conhecimento científico com instrumentos de precisão cada vez mais sofisticados. Os computadores, por exemplo, realizam operações teóricas tão complexas que a

⁸⁴ GLEISER, M. *Catedrais e linhas de montagem*. Folha de São Paulo, Mais 14/04/2002, p.23.

⁸⁵ Brasil, (1997b), p.28.

sua utilização modificou o próprio conteúdo dos conhecimentos científicos. Há uma interdependência entre os dois domínios tão grande que a tecnologia não pode ser considerada como um simples subproduto da ciência. E a ciência, por sua vez, não pode ser pensada em abstrato, separada da aparelhagem tecnológica.

Como diz Heisenberg,

Em todo esse processo evolutivo que se estende ao longo dos últimos duzentos anos, a técnica tem sido ao mesmo tempo condição prévia e conseqüência da ciência. É sua condição prévia, porque amiúde uma expansão e aprofundamento da ciência só são possíveis graças a um aperfeiçoamento dos instrumentos de observação; recorde-se a invenção do telescópio e do microscópio e da descoberta dos raios X. É, por outro lado, conseqüência por que, em geral, a exploração técnica das forças da natureza só se torna possível graças a um profundo conhecimento do respectivo campo de experiência.⁸⁶

Por tudo isso, a tendência natural do senso comum da sociedade hoje é no sentido de identificar o conhecimento científico com seus efeitos tecnológicos. Mais ainda, o que há é uma verdadeira “confusão” na percepção das duas áreas e a ciência passou a ser valorizada quase que exclusivamente pela sua capacidade de gerar produtos de “alta tecnologia”. Na ausência de uma clara distinção prática e, conseqüentemente, na inexistência de uma postura crítica por parte dos cidadãos que convivem com incontáveis produtos científicos e tecnológicos, nota-se que o sucesso dessa relação de mão dupla vem sendo explorado e cultivado como caminho paradigmático de desenvolvimento das sociedades modernas ocidentais.

Um outro aspecto a ser considerado, ainda que brevemente, sobre a ligação da ciência com a tecnologia refere-se ao fato de que, em geral, a pesquisa científica é

⁸⁶ HEISENBERG, W. *A imagem da natureza na física moderna*. Lisboa: Livros do Brasil, s/d, p. 15 (apud SOUZA, S. M.R. de. (1995), p. 230).

quase toda financiada por grandes empresas e pelos governos. Este fato torna praticamente impossível que a ciência e a direção dada aos seus avanços estejam realmente nas mãos dos cientistas. Parece que não há mais espaço para o cientista que queira se dedicar à pesquisa de maneira livre e independente, orientado talvez pelo puro prazer de conhecer a realidade. O uso da ciência passou a ser uma questão delicada, sobretudo quando se reconhece que ela escapa das mãos dos próprios cientistas. São oportunas as palavras de Buzzi:

A tecnologia é o Leviatã da modernidade. Leviatã que comanda. Quem dirige e encomenda a pesquisa científica é hoje a tecnologia. Por isso, as universidades perderam em grande parte o senso da ciência. Perdeu-o também o próprio cientista, que está encarregado de pesquisar dentro de amplos programas cuja finalidade ele desconhece. Quer dizer, pesquisa sem ver a finalidade da pesquisa. Há pesquisas encomendadas por centros de tecnologia e feitas sem que os cientistas jamais saibam de sua finalidade.⁸⁷

Em vista disso, a defesa da neutralidade da ciência, se não passou a ser uma pura ilusão, pelo menos, é hoje uma tese bastante complexa e de difícil sustentabilidade. A ciência se transformou num poderoso instrumento de dominação sobre a natureza e sobre a sociedade. Quem a pratica se serve dela para controlar e expandir seus próprios interesses. Seus problemas são os que a tecnologia selecionou. Suas metas dependem de escolhas conscientes que não podem ser qualificadas de forma alguma como neutras. Mais ainda se considerarmos que tais escolhas em geral não se orientam no sentido de satisfazer as necessidades básicas de “todos” os seres humanos.

⁸⁷ BUZZI, A. (1987), p. 85.

A esse respeito é sugestiva a informação dada pela Revista Pesquisa Fapesp do mês de setembro de 2003. Naquele número foi publicada uma reportagem com o título “Atenção à Pobreza”⁸⁸. Trata-se de um esforço mundial que vem sendo feito por diversos países do mundo, entre eles o Brasil, de se produzir novas drogas para o tratamento da tuberculose e de doenças tropicais como o mal de Chagas, a malária, a leishmaniose e a doença do sono, entre outras. Segundo a reportagem, são doenças negligenciadas e, por isso, de tratamento até hoje inadequado se comparado com doenças cardiovasculares. A explicação para tal defasagem é que

[...] o desenvolvimento de novas drogas para as doenças que afetam populações em países em desenvolvimento pouco interessa à indústria farmacêutica. Este imenso mercado, apesar de reunir cerca de 80% da população mundial, é pouco atrativo já que responde por apenas 20% das vendas globais de remédios. E este descaso é responsável pela morte de milhões de pessoas em todo mundo.⁸⁹

Tendo em conta tal absurdo da política mercantilista de ciência e tecnologia, algumas instituições humanitárias como Médicos Sem Fronteiras (MSF) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) se uniram para desenvolver um programa denominado Iniciativa de Drogas para Doenças Negligenciadas (cuja sigla em inglês é DNDi). Em resumo, o título da reportagem não podia ser melhor que o escolhido pela jornalista: “atenção à pobreza”. Se quisermos salvar mais vidas, será preciso fazer também ‘ciência para pobres’.

O exposto até agora teve como finalidade ressaltar a forte conexão da ciência com a tecnologia. Antes, porém, de finalizar o capítulo é necessário situarmos todo este raciocínio na filosofia da ciência de Lacey. De acordo com Lacey, a idéia de

⁸⁸ ATAS, L. (2003) p. 20.

⁸⁹ *Ibid.* p. 20.

neutralidade pode ser decomposta em duas: por um lado, a *neutralidade aplicada*, segundo a qual “uma teoria bem estabelecida serve, em princípio, aos interesses de todas as perspectivas de valores mais ou menos de igual modo” e, por outro lado, a *neutralidade cognitiva*, pela qual se afirma “que não se podem extrair de teorias científicas conclusões no domínio dos valores”.⁹⁰

No contexto das aplicações tecnológicas exemplificadas acima, ficou claro que as teorias desenvolvidas no interior da ciência moderna se orientam no sentido de prestar bons serviços às finalidades das tecnologias avançadas. O comprometimento entre as duas áreas, associado a outras questões sociais e políticas – interesses econômicos e políticos – presentes nas sociedades modernas é tão grande que não há como reconhecer nas práticas científicas uma efetiva “abertura” para outros interesses distintos dos que imperam nessas sociedades. A reportagem descrita acima, inclusive, nos mostra que mesmo no interior das sociedades modernas a ciência tem servido mais aos interesses de uma classe rica do que às necessidades das pessoas pobres.

Assim, a não-neutralidade (aplicada) da ciência aparece no momento em que o cientista, ou melhor, a equipe – o laboratório, o instituto, o complexo industrial-militar, etc. – *escolhe* um objeto específico de pesquisa, *seleciona* os problemas que serão investigados, *prioriza* as tecnologias que serão incorporadas ao dia a dia das pessoas, *decide* usar determinado método de análise na esperança de obter resultados que satisfaçam aos interesses específicos de uma sociedade. Tais escolhas, com certeza, obedecem a interesses não exclusivamente de caráter cognitivo como poderia pretender uma ciência pura. Interesses (valores) sociais, políticos, comerciais ou ideológicos de grupos particulares ou de instituições governamentais ou militares são os responsáveis pelo direcionamento prático assumido nas pesquisas científicas.

Nossa conclusão é que a ciência perdeu com isso o seu pretense isolamento valorativo. Neste sentido, seguindo a terminologia de Lacey, não há na ciência uma

⁹⁰ LACEY, H. & MARICONDA, P. (2001), p. 50.

neutralidade aplicada. No próximo capítulo será tratada a questão da *neutralidade cognitiva*.

V – A NEUTRALIDADE COGNITIVA

Tendo tratado o problema da *não-neutralidade* da ciência no contexto da aplicação – *neutralidade aplicada* – resta-nos agora analisar o outro aspecto da mesma idéia, a chamada *neutralidade cognitiva*. Neste caso, o problema poderia ser assim apresentado: ainda a partir da relação entre ciência e tecnologia, que argumentos poderiam contribuir para uma concepção mais precisa e rigorosa da não-neutralidade da ciência no contexto das teorias propriamente ditas. Isto é, como justificar (ou negar) a idéia de que “não se podem extrair de teorias científicas conclusões no domínio dos valores?”.

O estudo que faremos a seguir a respeito da noção de neutralidade permite-nos afirmar que a idéia central que nos interessa está na maneira como Lacey concebe a *neutralidade* da ciência e, a partir daí, como analisa a metodologia científica.

Diferentemente da idéia de *imparcialidade*, que relaciona a ciência com os valores cognitivos, a noção de *neutralidade* expressa a relação da ciência com os valores sociais ou morais presentes numa sociedade. Com palavras de Lacey,

[...] a *neutralidade* afirma que uma teoria poderia ser aplicada, em princípio, a práticas pertinentes a qualquer perspectiva de valor e não serve de modo especial aos interesses de nenhuma perspectiva de valor particular.⁹¹

O ponto de partida das reflexões que conduzirá Lacey à conclusão de que a ciência também não goza de uma *neutralidade cognitiva* está na análise sobre o tipo de entendimento que caracteriza a ciência moderna, o chamado “entendimento científico”. Lacey observa que as características comuns das teorias científicas, suas

⁹¹ LACEY, H.(1998), p. 14.

formas de expressão e suas relações com os fenômenos experimentais analisados na natureza ou nos laboratórios não decorrem de uma simples apreensão das estruturas causais existentes no mundo. As teorias científicas têm uma forma específica de expressar o conhecimento da natureza adquirido pela ciência moderna. Trata-se de um conhecimento que nosso autor afirma ser de tipo *materialista*.

O entendimento científico expresso em (ou com a ajuda de) teorias envolve a representação dos fenômenos como produtos das estruturas, processos e leis subjacentes e, assim, envolve a abstração dos fenômenos enquanto objetos de experiência, valor e prática.⁹²

Esta maneira de entender a realidade, longe de ser uma forma indiferente com relação a outros tipos de conhecimento, tem a vantagem de permitir uma boa identificação das “possibilidades materiais” das coisas. Ou seja, o tipo de entendimento da realidade proporcionado pela ciência moderna permite uma eficiente captação não só de como as coisas do mundo se comportam naturalmente, mas também de como elas se comportarão se provocadas por novos agentes, por exemplo, pelo homem.

Para a ciência moderna, os fenômenos naturais são todos regulados por leis. Assim, investigar a natureza cientificamente é identificar as estruturas, os processos e leis que regulam as interações entre as coisas, abstraindo as relações que essas mesmas coisas possam ter com a vida humana ou com a sociedade em geral. Conhecer o mundo cientificamente é reconhecer na natureza o que Lacey denomina *ordem subjacente* aos fenômenos. Deste modo, um fenômeno natural estará cientificamente explicado na medida em que ele for apresentado como produto da chamada *ordem subjacente*.

⁹² *ibid.*, p. 115

Essa forma de identificação científica dos fenômenos é a que trás consigo o reconhecimento das chamadas “possibilidades materiais” existente nas coisas e que podem ser exploradas no curso das próprias pesquisas científicas. O tipo de conhecimento que a ciência moderna proporciona torna, assim, possível a geração de fenômenos novos quando a natureza é submetida a condições diferentes, como a manipulação dos fenômenos naturais. Por exemplo: aumentar uma safra agrícola, controlar os efeitos de uma reação química, alterar o curso normal do desenvolvimento de um organismo, combinar fenômenos para gerar outros, em resumo, controlar os processos da natureza tendo em vista determinados fins.

Segundo esse padrão de investigação, a procura de uma compreensão científica da realidade implica algumas conseqüências concretas: a primeira delas se refere aos objetos de estudo. Os “objetos” de estudo que interessam à ciência moderna não são todos os que compõem a realidade do nosso mundo. A ciência escolhe exclusivamente objetos que revelam de alguma maneira as estruturas, processos, interações e leis subjacentes aos fenômenos naturais. Assim, não interessam, por exemplo, as relações que as coisas possam ter com a vida humana individual ou com uma determinada comunidade local, nem importam as relações ecológicas ou sociais entre os fenômenos. Para a ciência só servem os fenômenos que possam “ser completamente caracterizados sob o aspecto quantitativo; todas as suas interações são reguladas por leis; e as leis que os regulam são exprimíveis em equações matemáticas”.⁹³ Tais objetos não dependem das ações humanas, não variam conforme os interesses e os valores humanos dos pesquisadores, nem da sociedade na qual eles são estudados. Este tipo de conhecimento predominante na ciência moderna é o que Lacey chama de “entendimento materialista”.

Na verdade, a ciência moderna apresenta uma variedade muito grande na maneira como seus diferentes ramos analisam e representam os fenômenos naturais. Nem todos contêm teorias que se reduzem a categorias matemáticas como acontece com a física e a química. No entanto, na maioria deles utilizam-se categorias

⁹³ *ibid.*, p. 114.

materialistas, explicações que descrevem relações quantitativas entre os fenômenos. A preocupação de Lacey não é afirmar generalizações sem quaisquer restrições, mas sim questionar a razão de ser da “ênfase materialista” que a ciência moderna dá na interpretação dos fenômenos da natureza. A dúvida que se levanta consiste em se perguntar se ela responde somente a uma preocupação cognitiva, ou tem a finalidade de satisfazer algum tipo de valor social.

Considerando que o entendimento científico é um conhecimento que se expressa por meio de teorias, Lacey o caracteriza dizendo que a ciência moderna desenvolve e comprova suas teorias de acordo com uma certa *estratégia* cognitiva – a *estratégia materialista*. Tal estratégia, por um lado, *restringe* o tipo de teoria que interessa à ciência e, por outro lado, *seleciona* os fenômenos que importam ser investigados. Como dissemos acima, o que na verdade conta para a ciência não é todo e qualquer tipo de teoria, mas aquelas que descrevem os fenômenos em termos de estruturas, processos e leis da natureza. Essa *restrição* impõe uma certa *seleção* de dados empíricos relevantes para formular e comprovar apenas teorias que interessam. Assim, os dados normalmente *selecionados* nas pesquisas científicas são aqueles relevantes para a aceitabilidade das teorias, ou seja, dados que manifestam de alguma maneira a ordem subjacente na natureza. Para isso, segundo Lacey, esses dados são selecionados segundo critérios de intersubjetividade, replicabilidade (dos fenômenos experimentais) e possibilidade de serem expressos numa linguagem descritiva materialista, isto é, em “termos quantitativos e matemáticos cujos valores sejam inferidos de medições, intervenções instrumentais e operações experimentais”.⁹⁴ Essa estratégia científica tem na filosofia da ciência de Lacey o nome de “*estratégia materialista de restrição e seleção*”.

Neste ponto do raciocínio, duas observações de importância capital parecem necessárias antes de continuarmos com a argumentação de Lacey. A primeira se refere à constatação oportuna que ele faz da presença de uma *estratégia* no interior

⁹⁴ *ibid*, p. 116

das práticas científicas. Em artigo publicado na revista *Scientiae Studia* (vol. 1, n. 2), Pablo Mariconda e Maurício Ramos apontam bem para este fato.

Sem a adoção de uma estratégia, não há investigação coerente e sistemática: não sabemos as questões relevantes, não conseguimos identificar as classes de possibilidades, não conseguimos identificar o tipo de explicação a ser dado, não sabemos, em suma, quais são os fenômenos que devemos observar, medir e experimentar ou quais são os procedimentos a empregar. É, portanto, a estratégia que define os contornos e as metas das pesquisas a serem empreendidas.⁹⁵

A estratégia materialista, desde o seu início, determinou bem o que a ciência moderna pretende em suas investigações, impondo restrições às teorias no sentido de que as coisas fossem representadas em termos de estruturas, processos e leis subjacentes, ao mesmo tempo em que identificariam relativamente bem as “possibilidades materiais” das coisas.

A outra observação é que para as teorias estabelecidas de acordo com as estratégias materialistas de restrição e seleção não interessam as relações que as coisas possam ter com a vida humana individual nem social. As possibilidades materiais identificadas nas coisas e capazes de serem exploradas a partir da própria ordem subjacente aos fenômenos, independentemente do lugar, das atividades humanas e, portanto, dos valores sociais e morais envolvidos nas pesquisas, garantiriam à ciência uma *neutralidade* em suas teorias e seus produtos. Assim, a estratégia materialista, ao mesmo tempo em que restringe as teorias, garante sua universalidade e confere neutralidade à ciência. Alheia a qualquer perspectiva subjetiva de valor, a ciência estaria aberta para servir a todas elas. Lacey, no entanto, vai negar tal neutralidade ao observar que as estratégias materialistas estão,

⁹⁵ MARICONDA, P. & RAMOS, M. C., (2003), p. 256.

digamos, contaminadas por valores não exclusivamente cognitivos e que sua adoção não é, portanto, neutra.

A pergunta que se faz a seguir é praticamente óbvia: por que, então, adotar as *estratégias materialistas de restrição e seleção* nas práticas científicas? Ou ainda, por que a investigação segundo as *estratégias materialistas de restrição e seleção*, que visa sintetizar as possibilidades materiais das coisas, é considerada exemplar?

Para Lacey, esta é uma pergunta que deveria ser respondida pela própria “ciência como instituição ou comunidade”.⁹⁶ Contudo, uma das possíveis respostas que se poderia propor é a seguinte: o objetivo da ciência é representar o mundo tal como ele realmente é. Na perspectiva materialista, o mundo é constituído de objetos – coisas – capazes de serem completamente caracterizadas através dos elementos quantitativos que interagem entre si de acordo com leis naturais. Os fenômenos estudados pela ciência nascem exatamente da interação natural entre esses objetos. Além disso, o modo de ser do mundo – o modo como as coisas são – independe das percepções, valores e interesses humanos. Podemos, então, afirmar que o mundo se identifica realmente com fenômenos que são produtos das estruturas, interações, processos e leis subjacentes, e que as teorias estabelecidas pelas estratégias de restrição e seleção são as que melhor descrevem esses fenômenos, ao mesmo tempo em que sintetizam bastante bem as possibilidades materiais das coisas.

Esta resposta consiste num apelo à metafísica materialista que, segundo Lacey, apresenta sérias dificuldades.

Como podemos saber que o mundo *é* tal como o materialismo científico afirma que ele *é*? Mesmo que o mundo fosse desse modo, como podemos saber se as nossas melhores teorias o representam adequadamente? [...].

Surge, então, um paradoxo ameaçador: o objetivo é representar o mundo tal como ele *é*, independente das suas

⁹⁶ LACEY, H. (1998), p. 117.

relações com os seres humanos; mas, para nós, a representação é apenas lingüística ou simbólica. [...] Em virtude de que poderíamos ainda sustentar que as representações teóricas são independentes das práticas que dão origem às teorias?⁹⁷

Uma outra razão que justifica a adoção das estratégias materialistas de restrição e seleção por grande parte da ciência moderna decorre de que elas facilitam enormemente a realização do ideal baconiano do controle da natureza, ou seja, “o entendimento obtido mediante as estratégias materialistas aumenta a capacidade humana de exercer controle sobre a natureza”.⁹⁸

É precisamente neste ponto que a análise de Lacey desperta um grande interesse para este trabalho, pois nos possibilita encontrar uma ligação da ciência com determinados valores não-cognitivos, tornando assim possível afirmar que a ciência moderna responde também por um “valor social” tão predominante na sociedade moderna que chega a ser óbvio e, por isso, quase natural: o valor atribuído à prática do controle da natureza.

Na modernidade, o exercício do controle sobre a natureza proporcionado pela ciência tornou-se um valor social tão estimado, independente e superior que sua conquista tem merecido intensos esforços para promover sua expansão. A ciência moderna, responsável pela aquisição desse controle, se orienta como se nele estivesse a chave para o bem-estar da humanidade. Assim, o controle

constitui um princípio organizador central da sociedade moderna e um dos principais meios de tratar os problemas, acompanhado da convicção de que os desenvolvimentos futuros de nossa capacidade de controlar a natureza nos permitirão lidar com qualquer problema novo e qualquer efeito colateral indesejável que surgir de sua implementação, assim como nos

⁹⁷ *Ibid.* p. 20.

⁹⁸ MARICONDA, P. & RAMOS, M. C., (2003), p. 117.

permitirão introduzir possibilidades atualmente impensáveis que continuarão a mudar a face da Terra.⁹⁹

Conquistar o controle sobre a natureza passou a ser, portanto, um importante valor social. E o conhecimento do mundo obtido por meio das estratégias materialistas é exatamente o tipo de entendimento capaz de gerar um conhecimento que contribui eficientemente para aumentar a capacidade humana de exercer tal controle, expandindo com isso as possibilidades de avanço tecnológico.

Esta maneira de Lacey conceber a ciência moderna na qual a utilidade baconiana – a capacidade de gerar tecnologia – desempenha um papel preponderante nas práticas científicas escapa da tradicional visão que se tem da ciência. Embora as aplicações práticas tenham uma grande importância para a ciência, elas sempre foram vistas como um subproduto, pois a função de uma teoria científica não é outra senão tentar representar racionalmente a realidade tal como ela é. Ou seja, “o fato de uma teoria ter aplicações bem sucedidas não figura entre as justificativas essenciais para sua aceitação racional”.¹⁰⁰ No entanto, na visão de Lacey, as coisas não são bem assim, já que as teorias são estabelecidas não exclusivamente para explicar a realidade em si mesma, mas para representar a realidade vinculada com as intenções humanas de praticar o controle sobre a natureza. Assim, valores não exclusivamente cognitivos são sustentados e priorizados no que Lacey chama de “moderno esquema de valor do controle”.

Cumprido observar que para Lacey faz parte da natureza humana controlar de alguma maneira a natureza. O que ele pretende enfatizar com a noção de “moderno esquema de valor do controle” é a “extensão, preeminência e centralidade”¹⁰¹ com que o controle é praticado na modernidade. Sua prática é valorizada de tal maneira que os esforços para expandir e implementar a capacidade humana de exercê-lo são, normalmente, ilimitados.

⁹⁹ LACEY, H. (1998), p. 121

¹⁰⁰ BARBOSA DE OLIVEIRA, M. (1999), p.214.

¹⁰¹ LACEY, H. (1998), p. 118.

A análise que Lacey desenvolve ao refletir sobre a relação entre as estratégias materialistas de restrição e seleção e o moderno esquema de valor do controle é extremamente rica e complexa. Não faz parte deste trabalho tal aprofundamento. No entanto, para o que nos interessa, convém mencionar que essa relação não é do tipo unidirecional, ou seja, como se um elemento – a estratégia materialista – fosse o meio para a realização do controle, visto como fim. Isto é, nem toda teoria científica bem sucedida leva (ou pode levar) a aplicações práticas e, ao contrário, nem toda inovação tecnológica é reflexo de avanços no conhecimento científico. O que sim há entre essas duas idéias da prática científica é uma relação de *afinidade eletiva* – expressão que Lacey toma emprestado de Max Weber, mas usada por este em outro contexto.¹⁰² A noção de *afinidade eletiva* pretende traduzir, entre outras, a idéia de que o desenvolvimento teórico da ciência e o tecnológico se alimentam tão profundamente um do outro que, no contexto moderno, é praticamente impossível entender um separado do outro. Por um lado, a pesquisa requer determinadas condições tecnológicas para que o conhecimento científico possa avançar e, por outro lado, as teorias desenvolvidas mediante as estratégias materialistas oferecem as bases para um eficiente crescimento tecnológico. Há assim entre ambos – Ciência e Tecnologia – uma afinidade mutuamente reforçadora.

O que agora nos interessa ressaltar é que toda essa análise epistemológica de Lacey leva-nos à defesa da imparcialidade da ciência, mas não da sua neutralidade. O ponto chave dessa filosofia da ciência é a vinculação interna que se estabelece entre o entendimento materialista e o moderno esquema de valor do controle. Lacey sustenta que a restrição de teorias feita pelas estratégias materialistas, conforme exposto anteriormente, introduz na análise do método científico um novo *nível de seleção* de teorias. E é precisamente isso que torna possível o juízo acerca da não-neutralidade da ciência.

Quando uma nova teoria se apresenta com a finalidade de disputar com outras a posição privilegiada de melhor explicação para um determinado conjunto de

¹⁰² *ibid.*, p. 74.

fenômenos observados até aquele momento, ela terá que passar por um processo de seleção composto por dois *níveis* lógicos de avaliação. Em primeiro lugar, uma boa teoria deverá satisfazer as condições impostas pelas estratégias materialistas de restrição e seleção, ou seja, ela deverá contribuir para intensificar a capacidade de se praticar o controle sobre a natureza. As teorias que não se ajustarem às restrições materialistas são automaticamente excluídas. De qualquer maneira, neste primeiro *nível* de seleção podemos afirmar que várias teorias podem passar pelo teste. Por isso, a aplicação isolada das estratégias de restrição e seleção não é suficiente para julgar conclusivamente sobre a melhor teoria a ser aceita. Um segundo *nível* (lógico) de seleção se faz então necessário. Neste *nível*, apenas os “valores cognitivos” – distintos dos valores sociais e morais que regulam as estratégias materialistas – desempenham a função de selecionar a teoria que finalmente será aceita. Vale ressaltar que a anterioridade de um *nível* com relação ao outro é apenas lógica e não necessariamente temporal.

De acordo com esta visão da metodologia científica, as teorias são primeiramente selecionadas em função de interesses que decorrem de valores sociais e morais apropriados às estratégias materialistas: interessam as teorias que aumentam as possibilidades de controle e contribuam para incrementar a capacidade de se produzir tecnologias. A princípio, “não há nada logicamente impróprio em que valores sociais influenciem fortemente essa escolha”¹⁰³, desde que se tenha em conta que são os valores cognitivos em última análise os responsáveis pelo juízo sobre a teoria que melhor representa a estrutura causal dos fenômenos.

Mas, na medida em que valores sociais e morais associados à prática do controle da natureza desempenham algum papel na escolha de teorias e que tais valores não pertencem a todas as sociedades, pode-se afirmar que as teorias selecionadas de acordo com as estratégias materialistas de restrição e seleção não são neutras.

¹⁰³ *ibid.*, p. 125

Da maneira como a ciência moderna foi institucionalizada e seguindo a linha de raciocínio de Lacey podemos entender relativamente bem o sucesso das parcerias entre ciência e tecnologia ou entre ciência e capitalismo. O moderno esquema de valor do controle – “princípio organizador central da sociedade moderna e um dos principais meios de tratar os problemas”¹⁰⁴ – expandiu de tal maneira a capacidade humana de manipular a natureza que as possibilidades abertas pela ciência hoje praticamente se identificam com as perspectivas tecnológicas.

No entanto, convém ressaltar que “as possibilidades sintetizadas numa teoria podem simplesmente não ser de nenhum interesse em práticas que expressam valores diferentes daqueles vinculados às estratégias geradoras da teoria”.¹⁰⁵ Ou seja, os conhecimentos obtidos pela ciência moderna, por exemplo, sobre a forma de manipular eficientemente as produções agrícolas, ou sobre como controlar a composição físico-química das substâncias, ou sobre a maneira mais eficiente de aumentar a produção de energia elétrica são conhecimentos que podem não despertar nenhum interesse em uma sociedade na qual se valoriza o bem-estar natural, a terra, a ação humana, a vida comunitária em harmonia com a natureza, etc.

Neste sentido, se recordarmos, por um lado, a concepção de Lacey para a tese da neutralidade na qual “uma teoria poderia ser aplicada, em princípio, a práticas pertinentes a qualquer perspectiva de valor e não serve de modo especial aos interesses de nenhuma perspectiva de valor particular” e repararmos, por outro lado, que a forma como a ciência é praticada responde bastante bem às expectativas de uma sociedade que valoriza o desenvolvimento humano por meio do domínio, do controle e da exploração da natureza, então podemos deduzir que o *valor social da prática do controle* presente na seleção de teorias elimina a possibilidade de uma neutralidade na ciência.

Em resumo, os valores desempenham um papel central na análise de Lacey sobre a metodologia científica: por um lado, os *valores sociais* têm a função de restringir o tipo de teoria que merece a atenção do cientista, mas não determinam a

¹⁰⁴ *ibid.*, p. 121.

¹⁰⁵ *Ibid.*, p. 135

teoria que deverá ser escolhida; por outro lado, num outro *nível*, os *valores cognitivos* são os que, em última instância, possibilitam o juízo sobre a melhor teoria a ser aceita. Essa distinção de *níveis* de participação dos valores na seleção de teorias é essencial para o que nos interessa, pois é por meio dela que Lacey admite a *imparcialidade* da ciência como um **ideal factível**, uma aspiração que deve ser preservada no trabalho dos cientistas, ao mesmo tempo em que nega uma possível *neutralidade*.

Toda esta maneira de analisar a ciência responde no fundo não apenas a uma preocupação teórica do nosso autor, limitada ao campo das idéias, mas a um posicionamento de crítica com relação ao papel social da ciência no mundo moderno. A presença de valores nas práticas científicas é fundamental em suas críticas ao atual modelo social de desenvolvimento. As palavras que seguem esclarecem bastante bem a maneira como Lacey avalia as relações da ciência com o neoliberalismo moderno:

No momento atual, as práticas de controle da natureza estão nas mãos do neoliberalismo e, assim, servem a determinados valores e não a outros. Servem ao individualismo em vez de à solidariedade; à propriedade particular e ao lucro em vez de aos bens sociais; ao mercado em vez de ao bem estar de todas as pessoas; à utilidade em vez de ao fortalecimento da pluralidade de valores; à liberdade individual e à eficácia econômica em vez de à libertação humana; aos interesses dos ricos em vez de aos direitos dos pobres; à democracia formal em vez de à democracia participativa; aos direitos civis e políticos sem qualquer relação dialética com os direitos sociais, econômicos e culturais.¹⁰⁶

Se recordarmos que o nosso interesse inicial era encontrar uma definição para a tese da não-neutralidade da ciência que incorporasse, por assim dizer, o princípio

¹⁰⁶ *ibid.*, p. 32

motivador dos debates em torno das dimensões sociais da atividade científica, ou seja, incorporasse uma *postura crítica em relação ao papel social da ciência*, penso que as reflexões de Lacey respondem bastante bem a este objetivo.

Nossa conclusão, portanto, é que, se antes se acreditava num *ethos* científico desinteressado, puro, seguro de si e de sua racionalidade, hoje, entretanto, são os interesses econômicos e políticos que conduzem a produção científica e tecnológica por meio do controle da natureza. Sendo uma construção humana fortemente associada a fatores sociais e políticos, podemos afirmar que não há neutralidade nos interesses científicos das instituições, nem dos grupos de pesquisa que promovem e interferem na produção do conhecimento. Contudo, essa não-neutralidade que a ciência adquire por estar inserida numa realidade social concreta não impede de vermos em seu interior, nos processos epistemológicos de seleção de teorias assentados nas observações dos fenômenos e nas inferências corretas a partir dessas observações uma *neutralidade* que, na terminologia adotada por Lacey e assumida neste trabalho denomina-se *imparcialidade*.

Por fim, gostaria de assinalar que, como essas considerações apontam no sentido de negar uma pretensa neutralidade da ciência, elas sugerem que todos os que estão de alguma maneira envolvidos com o conhecimento científico – cientistas, professores, estudantes, órgãos públicos nacionais e internacionais, etc – façam uma reflexão sobre os “contextos” nos quais a ciência tem se aliado à tecnologia. Não basta que um cientista se ufane do rigor das suas demonstrações e provas ao afirmar que conhece “objetivamente” a realidade, nem que se vanglorie de conquistas teóricas avançadas. É necessário que todos reflitam sobre o significado e as implicações sociais do trabalho científico. Se considerarmos que a tecnologia tem produzido, com a ajuda da ciência, inúmeros benefícios para a humanidade, ela também tem sido a responsável – igualmente com a ajuda da ciência – por incontáveis malefícios: monopólios, destruição de florestas, poluição, congestionamentos urbanos, desigualdades sociais e de rendas, etc. Torna-se, portanto, urgente que a formação científica quando cultivada com espírito crítico e

senso de cidadania, contribua para o progresso de uma sociedade mais justa, ética e sustentável.

Cabe, em grande parte, aos professores a tarefa de saber selecionar, organizar e problematizar as discussões em sala de aula. Promover debates que ultrapassem os limites da mera descrição das teorias e práticas científicas, estimulando nos estudantes o desenvolvimento de uma postura reflexiva, crítica e questionadora sobre as escolhas – não neutras – realizadas no direcionamento das pesquisas científicas.

VI – O DEBATE SOBRE A NEUTRALIDADE NAS ESCOLAS

Exposta a maneira como Lacey relaciona o entendimento científico com os valores e como concebe a noção de neutralidade, voltemos nossa atenção para os PCNs a fim de rever o contexto no qual o documento discute a não-neutralidade da ciência. O ponto sobre o qual queremos focar estas considerações é este: por um lado, a educação científica deve favorecer a transmissão, a compreensão e a utilização dos conhecimentos científicos adquiridos pela humanidade ao longo da história e, assim, contribuir para que o estudante possa avaliar, compreender e atuar no mundo em que vive de maneira participativa, autônoma, reflexiva e crítica; tendo isso em vista, o professor deve estar preparado para desenvolver com seus alunos uma reflexão a respeito do papel da ciência na sociedade.

O documento é claro ao situar o ensino de ciência como meio importante na formação da cidadania. Contudo, o entendimento dos elementos que constituem tal formação tem, a meu ver, inúmeras interpretações. Significa capacidade de refletir por conta própria, de questionar a realidade, de levantar dúvidas e resolver problemas, de entender as informações que recebe, de participar da vida pública e de opinar acerca do desenvolvimento da sociedade, etc. Quando os PCNs questionam o tema da neutralidade da ciência, penso que pretendem destacar a necessidade de se ajudar o estudante a desenvolver um olhar mais crítico, menos dependente e passivo, com relação à ciência e à tecnologia. O importante é que o aluno aprenda não só os conteúdos, digamos, internos à ciência, mas também, que saiba se posicionar perante os problemas gerados pela ciência e pela tecnologia a partir de um ensino de ciência crítico e questionador.

A mesma idéia é proposta por Lacey num artigo escrito para a revista *Science and Education* e posteriormente traduzido e republicado como capítulo V de *Valores e Atividade Científica*. Embora o texto não se dirija à formação científica de nível básico, ele não deixa de ser interessante para os nossos objetivos.

A tarefa da educação científica, sugiro, não consiste apenas na formação dos estudantes no conhecimento, nas teorias, nas habilidades, nas metodologias e nas práticas apropriadas à pesquisa e à sua aplicação; nem consiste apenas em ensiná-los a ser competentes para avaliar quais teorias são corretamente aceitas em relação a determinados domínios e fenômenos e para apreender o que a ciência nos diz acerca do mundo em geral. A tarefa da educação científica é também desenvolver a *autoconsciência crítica* sobre o caráter da atividade científica e de suas aplicações e sobre as escolhas com as quais se defrontam seus participantes responsáveis. Para o desenvolvimento dessa autoconsciência é necessário: 1) estudar o lugar da ciência na sociedade humana e na vida contemporânea; 2) estudar os fatores que influenciam a atividade científica, suas escolhas de direções para a pesquisa e a forma e composição de suas comunidades e instituições; 3) estudar a relação da ciência com o bem estar humano e avaliar a ciência com relação a outros valores sociais e humanos significativos; 4) examinar criticamente a interação entre os fatores cognitivos e sociais na atividade científica e, particularmente, tornar-se atento aos mecanismos por meio dos quais os fatores sociais possam veladamente (e impropriamente) misturar-se a fatores cognitivos na execução de juízos teóricos; 5) alcançar uma percepção do que pode e do que não pode ser adquirido a partir da ciência, e de que isso poderia assumir formas diferentes sob condições sociais diversas que expressam diferentes valores; 6) empenhar-se numa avaliação crítica das visões concorrentes sobre essas questões. Meus argumentos tratam diretamente do conteúdo dessas questões. Quais poderiam

ou deveriam ser os mecanismos curriculares adequados para o desenvolvimento de tal autoconsciência crítica, está além do escopo deste capítulo.¹⁰⁷

São muitos os fatores que deveriam ser analisados com a finalidade de desenvolver uma valiosa consciência crítica sobre o caráter da atividade científica e suas aplicações. No entanto, sendo a sala de aula e os PCNs os referenciais destas considerações, não é nossa intenção desenvolver uma análise exaustiva sobre o tema, mas apenas contribuir para a construção de uma visão mais crítica da ciência na Escola.

Um dos aspectos mais importantes ligado ao ensino de ciência e presente nos PCNs é que a aprendizagem do conhecimento científico deve ser compreendida como uma aventura que supõe verdadeiras transformações no modo de pensar do aluno. A principal preocupação dos professores de ciência é mostrar como a ciência funciona, como os cientistas enfrentam os problemas, buscam soluções, constataam validades e erros nas hipóteses e tudo apoiado em contínuas investigações e criatividade próprias da atividade científica. Além disso, o professor tem, também, a obrigação de apresentar a ciência como uma forma de se pensar e de se relacionar com a natureza. Um tipo de interação entre o homem e a natureza cujo resultado é o progresso tecnológico decorrente dessa interação.

Todavia, a forma como a ciência é praticada e ensinada contém em si uma “visão” da realidade que nem sempre é apontada explicitamente em sala de aula. A ciência tem um olhar para o mundo que responde bastante bem a uma obcecada sede de racionalidade, eficácia, rendimento, lucro, controle, etc. Os que se apropriam dos conhecimentos proporcionados pela ciência adquirem um modo específico de ver, ouvir e se decidir na vida muito diferente dos que não possuem esse conhecimento ou possuem outras maneiras de explicar a natureza. Não se trata de avaliar aqui se essa “visão de mundo” implícita na ciência moderna é boa ou não, já que os PCNs

¹⁰⁷ LACEY, H. (1998), p. 139-140.

também não entram nessa discussão. Trata-se, isso sim, de ajudar o aluno a criar um olhar crítico sobre a ciência que possa contribuir para superar uma postura “cientificista” bastante difundida na sociedade moderna que vê na ciência uma forma superior do homem se relacionar com a natureza na resolução dos seus problemas.

Bernard Dixon identifica essa questão assim:

A crítica crucial – mais potente ainda, por raramente estarmos conscientes a respeito das causas que a mantêm – diz respeito à extensão do domínio que a ciência exerce sobre nossas vidas, nossa “visão do mundo”, nosso modo de pensar, os relacionamentos humanos e nossos valores – toda a nossa existência, do berço ao túmulo. A indústria baseada na ciência virtualmente obliterou qualquer estilo de vida alternativo e nós, praticamente, não o notamos.

[...] Joga-se o jogo de acordo com as regras estabelecidas pela sociedade tecnocrata.¹⁰⁸

Problemas ambientais como os da poluição de rios e o acúmulo de gases nocivos na atmosfera, alterações no equilíbrio da natureza como o aumento da temperatura global do planeta devido ao efeito estufa, armas de poder destrutivo inimaginável, exploração descontrolada dos recursos naturais, etc., são fatos negativos inegavelmente associados ao modelo de desenvolvimento proporcionado pela parceria entre ciência e tecnologia, no contexto do sistema capitalista. O avanço vertiginoso das aplicações tecnológicas tem gerado também graves questões sociais como a dificuldade de acesso de boa parte da população aos benefícios da ciência, a concentração de poder bélico e econômico nos países centrais, as polêmicas em torno dos transgênicos, da clonagem de seres humanos, das usinas e do lixo

¹⁰⁸ DIXON, B. (1976), p. 172.

nucleares, etc. Todos estes são problemas que surgem na esteira do progresso proporcionado pela ciência moderna e que estimulam o questionamento das atuais relações entre a ciência e o desenvolvimento da sociedade.

Despertar o estudante de ciência para um olhar crítico ao constatar tais problemas é fundamental. Se, por um lado, deve-se superar a postura “cientificista”, por outro lado, não se trata de criar um espírito anticientífico radical favorável a uma renúncia total à ciência – uma espécie de niilismo –, pois isto significaria abandonar certas conquistas no campo da racionalidade que, como vimos ao estudar a tese da *imparcialidade*, devem funcionar como um verdadeiro ideal na forma do homem entender a natureza. Ao mesmo tempo em que seria utópico, para não dizer estranho, admitir um retorno da sociedade moderna a uma espécie de vida *in natura*, a uma forma de vida simples e natural, imune à “pervertida” racionalidade científica.¹⁰⁹

Em vista disso, a dúvida que se impõe é esta: que opções podem ser criadas através do ensino de ciência de modo a envolver o aluno num autêntico olhar crítico com relação à ciência e suas aplicações? Se o objetivo não é eliminar a ciência da escola – nem seria isso possível –, a resposta ao nosso problema parece estar numa discussão acerca dos rumos que se deveria impor à ciência, tendo em conta os problemas e as necessidades fundamentais de toda a sociedade.

Para os PCNs, o sentido que a discussão deve assumir é a seguinte:

Durante os últimos séculos, o ser humano foi considerado o centro do Universo. O homem acreditou que a natureza estava à sua disposição. Apropriou-se de seus processos, alterou seus ciclos, redefiniu seus espaços. Hoje, quando se depara com uma crise ambiental que coloca em risco a vida do planeta, inclusive a humana, o ensino de Ciências Naturais pode contribuir para uma reconstrução da relação homem-natureza em outros termos.¹¹⁰

¹⁰⁹ Cf. BARBOSA DE OLIVEIRA, M. (1999), p. 206.

¹¹⁰ BRASIL, (1997b), p. 24.

O desejo de todos é que a ciência contribua para a construção de uma sociedade justa, eficiente e em harmonia com a natureza. Que ela não seja supervalorizada em virtude de sua inegavelmente grande capacidade de conhecer o mundo e nem facilmente perdoada pelos efeitos negativos que nascem das abusivas intervenções humanas na natureza. Este é o ponto de partida para um olhar crítico à ciência. Retomando o que se disse no primeiro capítulo, o que importa é explorar com os alunos o *papel da ciência* na sociedade.¹¹¹

Esta não é uma questão totalmente nova no debate sobre a ciência e a sua força na sociedade. De acordo com Dixon, já em meados do século XIX o patologista Rudolph Virchow liderou na Alemanha um movimento social entre cientistas cuja finalidade era humanizar a ciência. Mais tarde, em 1939, J. D. Bernal vai publicar *The Social Function of Science*, com a intenção de despertar nos cientistas uma consciência social de sua profissão. Nos anos 60-70 e início dos anos 80, inúmeras iniciativas foram propostas por organizações nascidas principalmente na Inglaterra e nos Estados Unidos. Os objetivos e métodos empregados pelos movimentos sociais no questionamento da ciência foram muito variados. Talvez os movimentos mais expressivos neste sentido tenham sido a SESPA (*Scientists and Engineers for Social and Political Action*) movimento norte-americano responsável pela publicação da

¹¹¹ Uma expressão muito usada quando o assunto é o papel da ciência na sociedade é a similar: a “responsabilidade social da ciência”. A descrição que Ziman faz desta idéia é relevante para nós:

O apelo à “responsabilidade social da Ciência” não constitui a proclamação de um dever simples e solene; para alguns, significa que o cientista não pode ser benéfico na Sociedade dos nossos dias, devendo voltar-se para a ação política e para a revolução; para outros, significa um apelo à consciência privada, no sentido de julgar quais os programas de pesquisa que devem ter prosseguimento, ainda que seus resultados se revelem nocivos. Outra interpretação é a de que os objetivos sociais de quem emprega o cientista deveriam ser cuidadosamente esmiuçados, antes que se permita a continuação de seu trabalho; ou pode ser simplesmente uma desculpa para maior prudência no desenvolvimento de uma nova tecnologia, de modo que os defeitos de uma inovação (haja visto a talidomida) possam ser detectados antes que se evidenciem pelo seu uso. Para muitos especialistas técnicos, nada mais significa que o fato de terem de ficar sempre alertas aos perigos potenciais de suas técnicas, não deixando que a soberba ou a covardia os impeçam de “dar o grito”, quando virem que algo não está correndo de acordo. No domínio da Política da Ciência, a ordem é no sentido de dar-se prioridade à pesquisa de assuntos que afetem diretamente o dia-a-dia de muitos, e não àquela que beneficie umas poucas indústrias de alto lucro e prestígio, ou à que se destine à Guerra, ou àquela que só sirva ao deleite intelectual sofisticado de umas poucas centenas de acadêmicos enfatuados. Todas essas responsabilidades repousam sobre os ombros do cientista moderno, dotado verdadeiramente da consciência de seu dever. (cf. ZIMAN, J. (1981), p. 362-363).

revista *Science for the People* e a BSSRS (British Society for Social Responsibility in Science) fundada em Londres, em 1969, pelo bioquímico da Imperial College de Londres Dr. Steven Rose e sua esposa Hilary Rose, socióloga da Escola de Economia de Londres.¹¹²

Todas estas iniciativas contêm um grande valor histórico nos processos de intervenção e transformação das sociedades em articulação com a ciência. As intervenções de protesto dessas organizações e dos grupos simpatizantes às motivações de tais protestos ilustram bem as maneiras como a ciência, a sociedade e as produções tecnológicas interagem com as reações sociais de indignação perante as novas conquistas científicas anunciadas.

O ponto, no entanto, que queremos ressaltar e sobre o qual interessa refletir vai numa outra direção, deriva da análise da noção de neutralidade dada por Lacey: se a ciência não é neutra, deverá haver outras formas de se entender e se relacionar com a natureza, distintas da científica, e também não neutras, mas eficientes do ponto de vista do conhecimento. Se uma investigação coerente e sistemática depende da estratégia adotada e a ciência moderna é fruto de uma estratégia materialista de restrição e seleção, será que não existirão outras estratégias que abram a possibilidade para outras formas de explicação da natureza?

Os PCNs entendem que sim:

O ensino de Ciências Naturais também é espaço privilegiado em que as diferentes explicações sobre o mundo, os fenômenos da natureza e as transformações produzidas pelo homem podem ser expostos e comparados. É espaço de expressão das explicações espontâneas dos alunos e daquelas oriundas de vários sistemas explicativos. Contrapor e avaliar diferentes explicações favorece o desenvolvimento de postura reflexiva, crítica, questionadora e investigativa, de não-aceitação *a priori* de idéias

¹¹² DIXON, B. (1976), p. 189ss.

e informações. Possibilita a percepção dos limites de cada modelo explicativo, inclusive dos modelos científicos, colaborando para a construção da autonomia de pensamento e ação.¹¹³

Na minha visão, a intenção dos PCNs é que o ensino de ciência não se constitua em um sistema fechado, atrelado exclusivamente ao modelo tecnocientífico de desenvolvimento e exploração da natureza, mas, pelo contrário, seja um momento de discussão e de debate capaz de ampliar os horizontes do aluno e do professor diante das inúmeras possibilidades que o homem tem de se relacionar com a natureza.

Ao sugerir a conveniência de se explorar e se avaliar diferentes sistemas explicativos do mundo em sala de aula, na verdade os PCNs estão propondo que se discuta com os alunos *os limites e as possibilidades do conhecimento científico*. Em que medida a ciência é um saber diferente e superior a outros? Que outras formas de se relacionar com a natureza são possíveis? Ou ainda, o que faz a ciência ser um saber tão prestigiado? Historicamente, como a ciência se impôs como entendimento hegemônico nas sociedades modernas? Não pretendemos responder a estas questões neste trabalho, mas apenas apontar o teor dos questionamentos propostos pelos PCNs.¹¹⁴

Para Lacey, esta idéia é assim expressa:

O ensino da ciência como um todo não será neutro se incluir somente pesquisas conduzidas por estratégias materialistas. Ele deixa de ser neutro quando abstrai de suas relações com concepções alternativas sobre o florescimento humano. A

¹¹³ BRASIL, (1997b) p. 25.

¹¹⁴ Um maior aprofundamento sobre o assunto pode ser encontrado em FEYERABEND, P. (1977); CHALMERS, A. (1993), cap. XII: “A ciência não é necessariamente superior a outras áreas do conhecimento”; THUILLIER, P. (1994): na introdução, seguindo Feyerabend, o autor questiona se a ciência é a única forma de racionalidade.

expansão da consciência dessas questões contribuiria bastante para elevar o teor da educação científica.¹¹⁵

Lacey compartilha a idéia de que, se a estratégia materialista é a responsável por um conhecimento não-neutro da realidade, nada impede que outras possibilidades de entendimento sejam exploradas a partir de outras estratégias. Convém observar que o tratamento dado por Lacey à possibilidade de se explorar a existência de outros sistemas explicativos da natureza está ligado à noção de neutralidade por meio da idéia de estratégia. Além disso, as diferentes explicações dos fenômenos naturais e das transformações produzidas pelo homem manifestam sempre uma concepção particular do que ele chama de “florescimento humano”.¹¹⁶ Ou seja, a busca por um determinado entendimento prático do mundo reflete o modo, também determinado, de como o homem quer interagir com a natureza a fim de preservar e fazer avançar a ordem social na qual aquele conhecimento está inserido.

O entendimento científico, por exemplo, que proporciona o controle sobre a natureza é valorizado e estimulado precisamente por ser uma forma eficiente de se promover a ordem social desejada e o ideal de progresso social e individual concebidos pela sociedade moderna. Se o nosso propósito é a instalação de indústrias que sejam capazes de fabricar carros, aviões, foguetes, bombas, computadores, etc. que satisfaçam aqueles ideais, a ciência moderna, mediante as estratégias materialistas de restrição e seleção associada ao moderno esquema de valor do controle é o tipo de conhecimento mais apropriado para tal. Já o entendimento da natureza alcançado no interior de uma comunidade indígena, onde os objetivos são mais voltados para uma vida em comunidade e em harmonia com o ambiente, o entendimento do mundo que interessa é aquele que reflete e serve às necessidades de “florescimento” daquele grupo social.

¹¹⁵ LACEY, (1998) p. 140.

¹¹⁶ *Ibid.* p. 119.

Em vista disso, a dúvida que logo se levanta e sobre a qual muito se discute refere-se à questão sobre qual tipo de entendimento contribui mais e melhor para o progresso humano. Este é, a meu ver, o problema crucial quando se deseja questionar com os estudantes os limites e as possibilidades de um sistema explicativo qualquer, inclusive a ciência. Propor o problema em sala de aula é colaborar para que os estudantes desenvolvam uma postura reflexiva e crítica sobre os conhecimentos e informações aos quais são submetidos.

Ao apontar que o ensino de ciência não seria neutro se favorecesse somente a pesquisa conduzida por estratégias materialistas, Lacey está admitindo a possibilidade de se encontrar algum outro programa de pesquisa diferente daquele determinado pela concepção ortodoxa de ciência. Reconhecendo que tal possibilidade é factível, Lacey passa a analisar os aspectos presentes em um conhecimento sistemático da natureza que possam justificar tal possibilidade. Suas considerações são feitas a partir de “uma interpretação alternativa do entendimento abrangente da realidade” associada a “práticas sociais e tecnológicas mais libertadoras, em vez de ao controle baconiano”.¹¹⁷ Vejamos qual é sua proposta.

Antes, porém, um ponto importante a ser levado em conta é o seguinte. Os argumentos trabalhados por Lacey num esforço por encontrar e justificar estratégias alternativas são de uma profundidade e riqueza filosóficas tão grande que se torna impossível entrar em todos os seus detalhes neste trabalho. Assim, procuraremos expor seu pensamento de uma maneira mais esquemática e direta, sem, no entanto, prejudicar sua compreensão e alcançar a finalidade de contribuir para uma leitura mais aprofundada dos PCNs.

Seu ponto de partida é uma preocupação com os dilemas contidos em termos como “ciência” e “desenvolvimento”, entre outros. Segundo Lacey, estas expressões são ambíguas e, portanto, dão margem a diferentes interpretações.

Por um lado, a idéia de *desenvolvimento*, em virtude de sua conexão com as formas como o homem concebe suas aspirações de vida, está aberta a inúmeras

¹¹⁷ *Ibid.* p. 141

interpretações. No entanto, “em sua interpretação hegemônica, desenvolvimento representa ideais morais como a liberdade individual e a superação da pobreza”.¹¹⁸ Nas sociedades industriais modernas o florescimento humano é pautado pelo esforço contínuo em se alcançar o bem-estar moral e material para os indivíduos. Contudo, as realizações práticas desse ideal não podem ser universalizadas para sociedades que priorizam, por exemplo, a solidariedade em lugar do individualismo e a identidade cultural da comunidade em lugar de um desenfreado esforço por superar a pobreza através da aquisição de bens materiais.

Não há dúvidas – observa Lacey – de que aspirar por um padrão de vida semelhante aos característicos das sociedades industriais avançadas é obviamente sedutor, porém, a prática nos tem mostrado que as instituições responsáveis pela produção do progresso em tais sociedades, ao se transferirem para realidades diferentes das de sua origem – por exemplo, ao se deslocarem para países pobres – acabam sendo as causadoras de maior pobreza para grande parte da população local. O que trazia consigo uma promessa de desenvolvimento libertador, acabou impondo maiores desigualdades e sofrimentos aos já existentes.

Por outro lado, a ciência, focalizada sob o ponto de vista do ideal cartesiano de “entendimento abrangente da realidade” contido em seu interior, também apresenta uma importante ambigüidade na forma como é concebida a “abrangência” do entendimento que se espera conseguir da realidade investigada. Para Lacey, a ciência pode perseguir tanto um entendimento *extensivo* da realidade como um entendimento *completo*. Mais à frente veremos como nosso autor relaciona cada um deles com o tipo de desenvolvimento que se deseja para uma comunidade.

“O entendimento *extensivo* procura os princípios, as estruturas, processos e leis subjacentes aos fenômenos”.¹¹⁹ Trata-se de um conhecimento que guarda uma ampla e sofisticada capacidade de aplicação tecnológica. É a compreensão da ciência da maneira como nós estamos acostumados a vê-la, caracterizada pelas categorias materialistas (física, biologia, química, etc.) e totalmente independente dos aspectos

¹¹⁸ *Ibid.* p. 142.

¹¹⁹ *Ibid.* p. 144.

não-materialistas (humanos, sociais, ecológicos, etc.) também presentes nos espaços e domínio em que a ciência é produzida.

O entendimento que Lacey denomina *completo*, em contrapartida, é aquele que “deriva da tradição aristotélica” e “procura entender os fenômenos em todas as suas dimensões, aspectos, concretude e particularidade”.¹²⁰ É a ciência concebida de forma realmente abrangente, não restrita às particularidades materialistas da realidade. Não se trata de captar a natureza apenas em seus princípios, processos e leis subjacentes e caracterizá-los sob os aspectos quantitativos. O que importa aqui é se relacionar com a natureza em toda sua complexidade material, social e ecológica.

O entendimento completo não abstrai a ciência nem da sociologia e da ecologia, nem das práticas e instituições que geram a ciência. A pesquisa que busca o entendimento completo tem desta forma um componente crítico ao tratar das práticas científicas dominantes, e um componente positivo de investigação informado por valores sociais.¹²¹

O entendimento abrangente da realidade adquirido sob este aspecto contém elementos das mais variadas fontes. Podem tanto ser oriundos da ciência “extensiva” na forma como ela é praticada no mundo moderno, como também das percepções que uma comunidade tem de sua própria vivência com a natureza. Este tipo de conhecimento é explorado e, com isso, exemplificado por Lacey em diversos artigos e livros ao analisar o uso da semente nas práticas agrícolas tradicionais. Entrar nesse assunto agora nos levaria longe demais dos nossos objetivos, por isso, deixamos para o leitor a iniciativa de consultar os trabalhos de Lacey sobre o tema.¹²²

De posse destas distinções conceituais, Lacey procura estabelecer uma conexão entre as idéias de *desenvolvimento* e de *ciência*. Para isso, ele introduz as noções de

¹²⁰ *Ibid.* p. 144.

¹²¹ *Ibid.* p. 145

¹²² Ver, por exemplo, LACEY, H. (1998), Cap. V.4.3 – A semente e Cap. VI.4 – A prática agrícola e o conhecimento que a informa.

desenvolvimento modernizador e *desenvolvimento autêntico* e de *tecnologia avançada* e *tecnologia apropriada*. E é a partir destas distinções que vão surgir as possibilidades para uma ciência não exclusivamente voltada para o moderno esquema de valor do controle, mas, pelo contrário, uma ciência na qual a construção do conhecimento é pautada pelas possibilidades e necessidades sociais da comunidade como um todo.

Para o *desenvolvimento modernizador*, o estado de desenvolvimento é bem definido: é representado pelas instituições e valores hegemônicos nos países industriais avançados, e os processos de desenvolvimento envolvem crescimento econômico, industrialização, transferência de tecnologia moderna, integração à economia capitalista mundial, etc.¹²³

Podemos afirmar que este é o modelo de desenvolvimento que impera em grande parte do mundo moderno e, no atual momento histórico, é impensável uma eventual alteração significativa das forças que dominam e determinam esse modelo. A fim de sustentar e de promover adequadamente tal desenvolvimento da sociedade recorre-se ao entendimento científico extensivo da natureza. É daí que surge então o que Lacey denomina *tecnologia avançada* o instrumento central para se promover o controle da natureza.

Todavia, existe a possibilidade de uma sociedade se organizar de forma diferente: pelos padrões de um *desenvolvimento autêntico*. Levando em conta que o modelo hegemônico hoje presente em quase todo mundo é o do *desenvolvimento modernizador*, a alternativa de um *desenvolvimento autêntico* é aplicável principalmente em grupos sociais que sobrevivem à margem do sistema social dominante. No entanto, isso não deve diminuir seu valor.

¹²³ *Ibid.* p. 149-150

Para o *desenvolvimento autêntico*, o que é bem definido não é o desenvolvimento, mas a condição presente dos empobrecidos, que pode ser empiricamente mapeada e teorizada em termos de noções tais como opressão e dependência. Para ele, o desenvolvimento obtém definição gradualmente por negação, através da *práxis*, das várias dimensões de sofrimento vividas pelos pobres. Sua medida não pode ser o progresso material ou o crescimento econômico como tais, e a inovação tecnológica relativamente independente e desimpedida não pode ser sua força propulsora. Ele procura integrar o crescimento econômico com a reconquista pelos pobres de sua capacidade humana de agir e com a liberação de suas capacidades de exercer responsabilidade na determinação das condições que estruturam suas vidas.¹²⁴

Penso que esta idéia de desenvolvimento tem características com as quais não estamos muito familiarizados. Por um lado, as diversas noções e valores que irão compor essa concepção de desenvolvimento não vêm de fora da comunidade. São estabelecidos a partir das peculiares necessidades e aspirações que o próprio grupo entende ser importante superar para promover o seu desenvolvimento. Inclui o esforço de vencer a pobreza e conquistar as liberdades adequadas, mas não simplesmente através de um controle da natureza que possibilita apenas um progresso material, nem sempre acessível a todos. Lacey reconhece que é através da *práxis*, da necessidade de vencer barreiras locais, muitas vezes com instrumentos também locais, que se abrem as reais possibilidades de desenvolvimento. Neste caso, o *desenvolvimento é autêntico*.

¹²⁴ *Ibid.* p. 150

O tipo de conhecimento capaz de satisfazer as necessidades de uma comunidade que aspira por um desenvolvimento autêntico é o proporcionado pelo entendimento *completo*. Como vimos acima, neste entendimento da realidade os fenômenos são estudados em todas as suas dimensões, particularidades e aspectos. Logo, serão priorizados aqueles que mais contribuem para a remoção das barreiras que estão impedindo o autêntico desenvolvimento da comunidade. Por outro lado, serão descartados os entendimentos que atropelam a identidade cultural do grupo ou trazem possibilidades de um desenvolvimento que a comunidade não compartilha. Nesta escolha de soluções, a ciência pode apresentar boas opções de avanço social, desde que se respeite as condições de contorno impostas pela idéia de *desenvolvimento autêntico*.

O entendimento completo, na forma como está exposto acima, é o responsável por informar um tipo de tecnologia denominada *tecnologia apropriada*.

Por “tecnologia apropriada” quero dizer qualquer tecnologia que serve os interesses do desenvolvimento autêntico.

[...]

A tecnologia apropriada responde a questões do tipo: “Como se pode produzir alimento de tal maneira que todas as pessoas de uma dada região tenham acesso a uma dieta equilibrada?” em vez de “Como se pode maximizar a produção de alimentos em condições materiais ‘ótimas’?”¹²⁵

Essa tecnologia tem a particularidade de não ter sido concebida fora da comunidade. Pelo contrário, é fruto de objetos materiais, técnicas e conhecimentos práticos organizados pelo grupo social. Sua peculiaridade é ser *apropriada*, ou seja, está a serviço dos interesses locais estabelecidos pelos ideais de um desenvolvimento autêntico. Assim, sua finalidade não é atingir as metas assinaladas

¹²⁵ *Ibid.* p. 159-160.

pelo ideal baconiano de controle da natureza (por exemplo: o aumento da produção agrícola através do aumento das áreas plantadas por meio de um maquinário sofisticado), mas permitir que seus usuários tenham o “controle sobre a produção e uso, e sobre suas condições materiais” para a satisfação das necessidades da comunidade.

Lacey lembra que os bens produzidos pela tecnologia apropriada não precisam ser necessariamente “simples”.¹²⁶ Podem ser altamente sofisticados e até contar com os conhecimentos da ciência *extensiva* na sua produção. O que importa ressaltar é que sua peculiar qualidade está nos serviços adequados que presta aos objetivos estabelecidos pelo desenvolvimento autêntico da comunidade e não aos objetivos traçados por alguém de fora.

Compete observar que todas estas considerações não se limitam ao campo da teoria. Pelo contrário, encontram repercussão em países periféricos, e mais precisamente, no interior dos movimentos sociais que buscam alternativas de desenvolvimento e de novas formas de aplicação tecnológica. Neste sentido, o pensamento de Lacey tem ressoado com as tecnologias ligadas à “agroecologia” e à criação de instituições de pesquisa que estudam formas de produzir um desenvolvimento autêntico em países como a Bolívia, onde há um interessante exemplo disso, a AGRUCO (Agroecologia Universidad Cochabamba, Bolívia). Podemos citar também os trabalhos práticos da pensadora e ativista indiana Vandana Shiva que, diante do fracasso da chamada Revolução Verde na Índia, defende as práticas da agroecologia, contra os avanços da biotecnologia e dos transgênicos. Seu trabalho se aproxima de tal maneira dos de Lacey que este chega a incorporar de forma significativa algumas de suas observações. Como assinala Marcos Barbosa de Oliveira

a agroecologia constitui um exemplo de tecnologia apropriada, que promove o desenvolvimento autêntico, e de uma abordagem na pesquisa científica alternativa à da concepção

¹²⁶ *Ibid.* p. 159.

ortodoxa. É desnecessário enfatizar a atualidade e a importância dos temas em pauta, e a nosso ver as reflexões de Lacey são extremamente valiosas, ficando distantes tanto de radicalismos estéreis quanto da acomodação passiva ao *status quo*.¹²⁷

Mas voltemos aos PCNs. Os trechos selecionados e citados acima mostram que o documento tem a clara intenção de abrir os espaços do ensino de ciência para outras formas de olhar e de entender o mundo. O questionamento sobre a maneira como a ciência moderna se articula com uma visão capitalista mercadológica do mundo e noções como desenvolvimento humano, progresso social, entre outras, é fundamental para se construir um novo olhar para o ensino de ciência. Neste sentido, toda a abordagem de Lacey, me parece extremamente enriquecedora para um professor engajado nessa problemática. Sua visão crítica à concepção ortodoxa de ciência é profunda, mas não exclusivamente teórica. Se, por um lado, nos auxilia a compreender a dialética entre a ciência e a tecnologia avançada no mundo moderno, por outro lado, nos oferece formas alternativas realistas de se contrapor àquela dialética hegemônica.

Para finalizar, o problema que nos resta considerar agora é com relação aos professores e seu trabalho de sala de aula. Como o tema da neutralidade pode ser apresentado e discutido com os alunos? Estão os alunos preparados para captar a profundidade do assunto? Com certeza essa discussão é complexa em qualquer nível de escolaridade. É mais inquietante ainda pensar que os volumes que tratam do assunto nos PCNs se referem ao Ensino Fundamental. Assim, parece óbvio afirmar que toda nossa discussão está mais voltada para um aperfeiçoamento da formação do professor de ciência do que para uma metodologia específica em sala de aula.

¹²⁷ BARBOSA DE OLIVEIRA, M (2002a), p.25-26.

De qualquer modo, se o professor souber interferir adequadamente, os alunos ganharão, em primeiro lugar, consciência de que a ciência pode e deve ser questionada, depois, serão capazes de debater a coexistência das explicações científicas com outros sistemas explicativos para a realidade. É responsabilidade do professor, portanto, promover atitudes dentro do ensino de ciência que estimulem a superação das limitações de um ensino passivo, alicerçado na descrição e memorização dos conteúdos programáticos. Em última análise, o professor deve incorporar ao conteúdo a dúvida acerca do papel da ciência e da tecnologia na sociedade.

As sugestões para isso são inúmeras, como debates, investigações, entrevistas, trabalhos em grupo, informações históricas e filosóficas sobre como se dá o processo científico de conhecimento, dentre muitas outras. Trata-se de criar condições e fornecer as informações necessárias que permitam ao aluno entender a ciência como uma *força cultural* e, a partir daí, questionar a visão de mundo implícita na ciência moderna.

Ainda que nossos objetivos não se orientem no sentido de se indicar atitudes práticas em sala de aula, menos ainda em dizer qual postura do professor seria a mais eficiente em vista dos questionamentos que serão levantados por ele, mesmo assim, gostaria de mencionar algumas propostas pertinentes a este trabalho.

Em primeiro lugar, os PCNs sugerem, acertadamente, que os professores se utilizem da história da ciência em suas aulas.

A história das idéias científicas e a história das relações do ser humano com seu corpo, com os ambientes e com os recursos naturais devem ter lugar no ensino, para que se possa construir com os alunos uma concepção interativa de Ciência e Tecnologia não neutras, contextualizada nas relações entre as sociedades humanas e a natureza. [...] É possível desenvolver a área de forma muito dinâmica, orientando o trabalho escolar para o conhecimento sobre fenômenos da natureza, incluindo o ser humano e as tecnologias mais próximas e mais distantes, no espaço e no tempo.¹²⁸

¹²⁸ BRASIL (1997b), p. 32.

O que, talvez, convém assinalar é que o tratamento a ser dado à história das ciências não pode se limitar a uma simples descrição do episódio científico ocorrido num momento histórico determinado, mas deve implicar em uma verdadeira descoberta das dimensões sociais da ciência, da dependência entre desenvolvimento científico e tecnológico, de como essa relação contribuiu e contribui para moldar as diferentes visões de mundo, em resumo, a história da ciência deve promover o debate, desde pensar em como Galileu mudou a nossa percepção de mundo, até as atuais pretensões de grandes indústrias multinacionais monopolizar a produção de alimentos no mundo.

Em segundo lugar, o triunfo da parceria entre ciência e tecnologia é hoje tão grande que alguns autores falam na necessidade de um *controle social* da ciência e das suas aplicações, a tecnologia. Às vezes, a questão incide sobre a própria necessidade ou conveniência de tal controle, outras vezes, analisam-se as formas de implementá-lo. Um autor que nos oferece rico material de estudo nessa última direção é Jacques Testart, biólogo e pesquisador do INSERM (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale) e presidente da Comissão Francesa do Desenvolvimento Sustentável. Seus trabalhos são uma crítica à atual forma de como a ciência vem sendo feita. Para ele, a ciência – que virou tecnociência – não tem mais a finalidade de conhecer o mundo, compreender e penetrar os seus mistérios, mas dominá-lo e colocá-lo a serviço de grandes corporações internacionais. A pesquisa é hoje uma corrida desenfreada na direção de resultados lucrativos, sem se preocupar com as necessidades e prioridades básicas da maioria da população. A fim de combater essa ideologia do cientificismo mercadológico, Testart propõe um controle democrático da tecnociência através da criação da chamada “conferência de cidadãos”,¹²⁹ uma espécie de “júri popular” instituído para opinar, em nome da população em geral, sobre a conveniência ou não de se desenvolver uma determinada linha de pesquisa em um laboratório, empresa ou universidade. Penso que as críticas e as análises de Testart podem orientar uma proposta de debate

¹²⁹ TESTART, J. (2002).

dirigida aos professores de ciência a partir do questionamento da função social da ciência e da tecnologia.

Por último, os debates nacionais e internacionais a respeito das políticas de C&T que cada governo propõe para promover o desenvolvimento das sociedades são também uma fonte rica para o questionamento da ciência e da tecnologia na escola. Um claro exemplo disso são as observações feitas por Lacey a respeito da 48^a Reunião Anual da SBPC (Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência), ocorrida em 1996. Naquele ano, o tema adotado para o encontro foi: ‘Ciência para o Progresso da Sociedade Brasileira’. De acordo com Lacey, o tema sugere que a ciência possa ser aplicada ao progresso da sociedade brasileira e que os cientistas devam procurar um conhecimento científico capaz de contribuir para resolver os problemas específicos dessa sociedade. Em sua opinião, o que não estava claro no tema daquela reunião era o ‘tipo de Progresso’ que se deveria buscar para a sociedade brasileira:

“Progresso” é um tema impregnado de valor. O que seria o “progresso” para a sociedade brasileira? Seria a incorporação progressiva do Brasil na ordem internacional neoliberal? Ou seria o progresso da libertação dos pobres dos sofrimentos que possuem causas sistêmicas? O que mais seria?

Seria possível à ciência servir ao “progresso”, em princípio, independentemente da interpretação que se faça de “progresso”? Seria a ciência de fato neutra? Ou seria a ciência especialmente bem adaptada para servir aos interesses de algumas perspectivas de valor mais do que a outras? E, no momento atual, servir ao projeto neoliberal?¹³⁰

¹³⁰ LACEY, H. (1998), p. 13

Penso que estas questões são as que atingem diretamente os objetivos dos PCNs quando apontam a necessidade de se ensinar uma ciência capaz de modificar as relações do homem (como sociedade) com a natureza.

Em todo caso, o que importa é que o professor saiba, por um lado, questionar o aluno e, por outro, esteja preparado para conduzir o debate. Ensinar ciência não é só passar ao estudante um conjunto fechado de informações, mas é fomentar a postura crítica criadora, comprometida, construtiva e solidária com as realidades da sua comunidade. Trata-se de formar cidadãos democráticos capazes de compreender e avaliar com certa profundidade as diferentes formas de se produzir um “desenvolvimento” social através da ciência e da tecnologia.

VII – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dúvida que inicialmente motivou o desenvolvimento deste trabalho foi a inquietante insistência com que os PCNs asseguram, em diversos volumes, que a ciência não é neutra. A justificativa mais razoável para tal tese e em consequência, a crítica mais ponderada e profunda à ciência praticada na modernidade, nós a encontramos na filosofia da ciência de Lacey. Suas considerações sobre a participação de valores sociais no interior das práticas científicas e a presença de escolhas de estratégias por parte de seus participantes nos conduziram à seguinte conclusão: na medida em que a ciência não é uma atividade neutra, é necessário admitirmos que outras abordagens de entendimento da natureza, igualmente boas, possam ser adotadas para fornecer os meios necessários à manutenção da vida dos diferentes grupos sociais em sua interação com o mundo. Ou seja, o melhor caminho a ser trilhado pelos que aspiram por um desenvolvimento alternativo nem sempre é o apresentado pela ciência moderna.

Ao concluir este trabalho e com a finalidade de mostrar sua atualidade, algumas breves considerações merecem ser expostas. A primeira se refere a duas frases pertinentes ao nosso tema e expressas por personalidades comprometidas com a ciência atual. Uma é a declaração pronunciada pelo conhecido empresário norte-americano Bill Gates numa conferência sobre a brecha digital no mundo moderno. Pode parecer estranho mencionar neste trabalho o nome de alguém que, na atualidade, simboliza o individualismo do sistema capitalista. Todavia, nossa intenção é fazer ver que até mesmo os beneficiados pelo capitalismo são forçados a reconhecer que há algo de profundamente enganoso na crença de que o simples avanço da tecnologia moderna pode resolver os problemas de todas as pessoas do

mundo. Sua frase consiste num verdadeiro “balde de água fria na cabeça dos tecnoprofetistas encantados com a informática”¹³¹:

Pertenço aos que mais acreditam nas tecnologias digitais e no que elas podem fazer. Pertenço aos que mais acreditam nas forças do mercado e no que elas podem fazer. Mas, para 2 ou 3 bilhões de seres humanos, quase a metade da população (mundial), estas duas coisas, mesmo usadas com muita astúcia e grande eficiência, deixarão de focalizar os seus problemas mais urgentes. (*The International Herald Tribune*, 4-5 de novembro de 2000)¹³²

O comentário do empresário é bastante oportuno em vista do que foi exposto ao longo deste trabalho. As possibilidades identificadas num determinado programa de pesquisa científica podem não ter nenhum significado para certos grupos nos quais as necessidades e os interesses sejam outros.

A outra frase merecedora de destaque é do presidente da *Monsanto Corporation*, Robert Shapiro, citada por Lacey em entrevista a *Teoria e Debate*¹³³. Todas as vezes que o assunto é como produzir comida para alimentar o mundo inteiro, o executivo da multinacional reafirma sua elevada confiança na revolução biotecnológica moderna e repete a mesma coisa: “não há outra maneira de alimentar o mundo”, senão por meio de produtos biotecnológicos como os transgênicos.

É claro que a frase não tem a pretensão de ser uma defesa consciente de uma postura filosófica a favor da ciência moderna, mas sim de ocultar os verdadeiros interesses (valores sociais) da empresa, relacionados à obtenção de lucros. Todavia, ao final deste trabalho, é importante constatar nas palavras do executivo uma defesa do *exclusivismo* que se pretende conferir à ciência, ou seja, à *estratégia*

¹³¹ SACHS, I. (2000), p. B2.

¹³² Cf. *ibid.* p. B2.

¹³³ LACEY, H. (2000c), p. 34

materialista de restrição e seleção responsável em última instância pelo tipo de conhecimento capaz de identificar e desenvolver as possibilidades que o executivo da multinacional está vendo em perfeita sintonia com a lógica capitalista de sua empresa. Aliás, as grandes empresas, além de ter os seus próprios departamentos de pesquisa e desenvolvimento costumam manter contato com as universidades a fim de buscar na ciência novos produtos (novas possibilidades) que lhes interessam produzir e comercializar.

A outra breve consideração a ser feita refere-se às propostas que Lacey vem apresentando em conferências e artigos recentes sobre os rumos da ciência. Trata-se das bases sobre as quais ele fundamenta suas críticas ao uso dos transgênicos na agricultura. Sua crítica à biotecnologia não se limita a apontar o excessivo controle sobre a produção de alimentos por parte de grandes empresas, nem simplesmente acusar o sistema de patentes que reforça aquele controle, nem advertir sobre os eventuais perigos para a saúde humana e o meio ambiente caso a produção de transgênicos se generalize. Trata-se de uma crítica mais decisiva e que consiste em

[...] reverter a situação e centrar o interesse em abordagens alternativas para a agricultura informadas por um *conhecimento científico gerado por uma pesquisa de caráter significativamente distinto do envolvido na pesquisa biotecnológica*.¹³⁴

Para Lacey, a ciência moderna tem se apresentado como um modelo fechado e dominante de racionalidade única e universal. Como já vimos, seu objetivo é identificar e expressar na forma de leis, teorias e processos as possibilidades materiais existentes nas coisas. No caso da biotecnologia, por exemplo, estudam-se as estruturas moleculares das substâncias, e a partir delas sintetizam-se as possibilidades materiais capazes de satisfazer os interesses dos responsáveis pelo financiamento das pesquisas: a lucratividade na produção, o rendimento na safra, o

¹³⁴ LACEY, H. (2002), p. 125.

controle sobre doenças e pragas, etc. Tais possibilidades são identificadas e exploradas com relativo sucesso através das estratégias materialistas da ciência. O êxito dessas pesquisas com relação aos interesses sociais que as motivaram é tão grande que, em geral, nem se cogita a possibilidade de existir outras formas de investigar a natureza.

Diante dessa realidade, Lacey tem proposto uma autêntica reforma nas práticas científicas. Trata-se, na verdade, de uma ampliação nas formas como os valores, os interesses e as práticas podem interagir na pesquisa. Ou seja, a ciência praticada nas Universidades e Centros de Pesquisa deve se abrir a múltiplas estratégias, de tal maneira que a abordagem materialista, dominante no momento, passe a ser uma das alternativas entre muitas.¹³⁵

Um campo de investigação que vem sendo implementado nesse sentido no interior dos movimentos sociais, e que Lacey aponta como promissor e modelo para uma futura reforma em outras áreas de estudo científico alternativo é a *agroecologia*. Trata-se de desenvolver métodos agrícolas que servem aos interesses de pequenos agricultores e comunidades rurais pobres. O principal enfoque da agroecologia é assegurar a *sustentabilidade* em harmonia com a capacidade produtiva, integridade ecológica, redução da pobreza, manutenção das tradições locais, etc. Se observarmos com atenção, quase todos estes são valores que não fazem parte das escolhas norteadas por estratégias materialistas, mas sim valores que pertencem às *estratégias agroecológicas*.

Importa destacar que o potencial da agroecologia tem se mostrado muito maior do que aquilo que se imaginava há algum tempo atrás. Para que essa maneira de conduzir a pesquisa científica possa mostrar toda sua força é fundamental que se façam pesquisas sistemáticas permanentes segundo as estratégias agroecológicas. Sabemos que quase todos os recursos são direcionados para pesquisas de tipo materialista, no entanto, esperamos que as críticas dirigidas à ciência na atualidade possam estimular o investimento em abordagens alternativas como a agroecologia.

¹³⁵ Neste sentido, ao lado das estratégias materialistas Lacey costuma mencionar as estratégias feministas, agroecológicas, etc. (cf. LACEY, H. (2000c), p. 36).

Para terminar, uma última consideração. O Brasil é um país com características bastante favoráveis para o desenvolvimento de uma política de C&T aberta a diversas estratégias alternativas de crescimento científico. Para uma boa parte da população brasileira, os índices econômicos indicadores do nível de desempenho geral da indústria nacional ou do setor financeiro do país, anunciados a exaustão pelos meios de comunicação de massa, não significam nada ou quase nada para as perspectivas de desenvolvimento local. Quando muito, tais índices permitem algum comentário geral acerca de um outro nível, mais próximo da população em geral, que é o nível de emprego nas grandes cidades depois de algum tipo de alteração dos indicadores da economia. Mesmo assim, a meu ver, todo esse aparato de avaliação do desenvolvimento está voltado para um tipo de crescimento que é de interesse quase exclusivo dos que já estão numa situação relativamente confortável de progresso proporcionado pela ciência e tecnologia modernas. Deste modo, se queremos encontrar alternativas para o Brasil, o primeiro passo é reconhecer que uma significativa massa da população brasileira precisa de um novo padrão de desenvolvimento social mais em sintonia com suas necessidades, ou seja, de um desenvolvimento verdadeiramente autêntico.

Resta-nos uma última consideração que é a nossa conclusão. As análises feitas ao longo deste trabalho tiveram como objetivo a pesquisa teórica de uma conceituação da tese da neutralidade da ciência capaz de auxiliar o professor interessado em questionar com seus alunos o papel social da ciência. Neste sentido, foram extremamente valiosas as reflexões de Lacey, sua abordagem da ciência em termos de valores e não em termos de regras, suas noções de valores cognitivos e valores sociais e, principalmente, sua noção de estratégia materialista com a qual a ciência moderna persegue o valor do controle sobre a natureza.

Esperamos que estas reflexões, embora modestas, possam servir para que a educação científica seja responsável pela formação de uma autêntica consciência crítica dos professores e dos estudantes. Que ao se estudar a relação da ciência com o bem-estar humano surja, a partir da escola, uma postura questionadora capaz de

viabilizar a presença de outros sistemas explicativos da natureza além da ciência. E que essa abertura contribua para que a humanidade possa encontrar novas maneiras de se relacionar com a natureza, formas mais de acordo com a sua preservação e com a idéia de um autêntico desenvolvimento humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATAS, L. (2003) Atenção à Pobreza. *Pesquisa Fapesp*, n. 91 – set/2003, p.20.
- BAPTISTA, A.M. (2002) *O Discurso pós-moderno contra a ciência: obscurantismo e irresponsabilidade*. Lisboa: Gradiva.
- BARBOSA DE OLIVEIRA, M. (1999) *Da ciência cognitiva à dialética*. São Paulo: Discurso Editorial.
- _____ (2000) A epistemologia engajada de Hugh Lacey II, *Manuscrito*, São Paulo, 23: 185-203.
- _____ (2002 a) A ciência que queremos e a mercantilização da universidade. In LOUREIRO, I. & DEL-MASSO, M.C.S. (orgs.) *Tempos de greve na Universidade Pública*. Marília: Unesp – Marília: Publicações; São Paulo: Cultura Acadêmica.
- _____ (2002 b) Tecnociência, Ecologia e Capitalismo. In I.M. LOUREIRO, M.E. CEVASCO & J.C. LEITE (orgs.), *O espírito de Porto Alegre*. São Paulo: Paz e Terra.
- _____ (2003) Desmercantilizar a Tecnociência. In SANTOS, B de S (org.), *Conhecimento prudente para uma vida decente: “Um discurso sobre as ciências” revisitado*, Porto, Edições Afrontamento, 2003, pp.227-250.
- BONAMINO, A. e MARTINEZ, S. A. (2002) Diretrizes e Parâmetros Curriculares Nacionais Para o Ensino Fundamental: a participação das instâncias políticas do estado. *Educação e Sociedade*, Campinas, v. 23, n. 80, 371-388.
- BRASIL. (1994) *Conferência Nacional de Educação para Todos*. Brasília: MEC.
- _____ (1997a) Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais*. – Brasília: MEC/SEF.
- _____ (1997b) Secretaria da Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais*. [primeiro e segundo ciclos] – Brasília: MEC/SEF.

- _____ (1997c) Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: apresentação dos Temas Transversais e Ética*. – Brasília: MEC/SEF.
- _____ (1998a) Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais*. Brasília: MEC/SEF.
- _____ (1998b) Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais*. [terceiro e quarto ciclos] – Brasília: MEC/SEF.
- _____ (1999a) Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. (DCNEM).
- _____ (1999b) Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. MEC/SEMTEC. – Brasília: MEC.
- _____ (2002) Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEMTEC.
- BUNGE, M. (1980) *Ciencia y desarrollo*. Buenos Aires: Ediciones Siglo Veinte.
- BUZZI, A.R. (1987) *Introdução ao pensar*, 16. ed. ver. e ampl. Petrópolis: Vozes.
- CHALMERS, A. (1993) *O que é ciência, afinal?;* tradução de Raul Fiker. 1. ed. – São Paulo: Brasiliense.
- CHALMERS, A. (1994) *A fabricação da ciência;* tradução de Beatriz Sidou. – São Paulo: Fundação Editora Unesp.
- COHN, G. (1986). O controle da ciência pela sociedade. In *Cadernos USP: IV seminário nacional de política em ciência e tecnologia*. São Paulo: Edusp. n. 4, p. 247 – 256.
- CUPANI, A. (1998) Estratégias da ciência. *Jornal de Resenhas*, Discurso Editorial/USP/Unesp/Folha de São Paulo, 10/10/1998, p. 4

- DAGNINO, R. Insumo para o Debate sobre a Secretaria de Tecnologia para o Desenvolvimento Social, *JC e-mail* 2224, de 19/02/03. [disponível em <<http://www.jornaldaciencia.org.br/index2.jsp>>]
- DESCARTES, R. (1999) *Discurso do Método*. In “Os Pensadores”. São Paulo. Nova Cultura.
- DEUS, J.D. (org. e intr.) (1979) *A crítica da ciência: sociologia e ideologia da ciência*. Rio de Janeiro: Zahar. (Col. Textos Básicos de Ciências Sociais).
- DIXON, B. (1976) *Para que serve a ciência?* tradução de Cordélia Canabrava Arruda. São Paulo: Ed. Nacional e Edusp.
- DOS SANTOS, Laymert Garcia (2003) *Politizar as novas tecnologias: o impacto sócio-técnico da informação digital e genética*. São Paulo, Editora 34.
- DUPAS, G. (2000) *Ética e poder na sociedade da informação. De como a autonomia das novas tecnologias obriga a rever o mito do progresso*. São Paulo, Ed. Unesp.
- EINSTEIN, A., INFELD, L. (1962) *A Evolução da Física*. Rio de Janeiro. Zahar Editores.
- FERNÁNDEZ, R. (1998) O rei está nu. *Jornal de Resenhas*, Discurso Editorial/USP/Unesp/Folha de São Paulo, 11/04/1998, p. 4.
- FEYERABEND, P. (1977) *Contra o método*; tradução Octanny S. da Mota e Leônidas Hegenberg. Rio de Janeiro: F. Alves.
- GAMA, R. (org). (1992) *Ciência e técnica: analogia de textos históricos*. São Paulo: T.A. Queiroz.
- GLEISER, M. (1999) *Retalhos Cósmicos*. São Paulo: Companhia das Letras.
- _____ (2002) Usos e abusos da desconstrução do quantum. *Folha de São Paulo*. 30/06/2002, Caderno Mais! p. 22.
- GUERRA, A. e REIS, J.C. (2002) Trabalhando Ciência sob Enfoque Histórico-Filosófico. *Física na Escola*, v. 3, n. 1, 8-11.
- HEMPEL, C.G. (1970) *Filosofia da Ciência Natural*; tradução Plínio Sussekind Rocha. Rio de Janeiro: Zahar Editores.

- HESSEN, B. (1992) As raízes sócio-econômicas dos *Principia* de Newton. In GAMA, R. (org). *Ciência e Técnica: analogia de textos históricos*. São Paulo: T.A. Queiroz.
- HOTTOIS, G. (1991) *El paradigma bioético: Una ética para la tecnociencia*. Barcelona: Anthropos; Leioa: Universidad del País Vasco.
- KNELLER, G.F. (1980) *A Ciência como atividade humana*. Trad. Antonio José de Souza; Rio de Janeiro: Zahar Ed. São Paulo: Edusp.
- KUHN, T. (1975) *A Estrutura das Revoluções Científicas*; tradução Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva.
- _____ (1977) *Objectivity, value judgement and theory choice*?. In: KUHN, T. *The essential tension*. Chicago: University of Chicago Press.
- LACEY, H. & BARBOSA DE OLIVEIRA, M. (2001) "Prefácio" a Vandana Shiva, *Biopirataria: a pilhagem da natureza e do conhecimento*. Tradução de Laura Cardellini Barbosa de Oliveira – Petrópolis, Rio de Janeiro: Ed. Vozes, pp. 7-22.
- LACEY, H. & MARICONDA, P. (2001) A águia e os estorninhos. Galileu e a autonomia da ciência. *Tempo Social; Ver. Sociol. USP*, São Paulo, 13(1): 49-65.
- LACEY, H. & SCHWARTZ, B. (1982) *Behaviorism, science and human nature*. Nova York: W. W. Norton.
- LACEY, H. (1998) *Valores e atividade científica*. São Paulo: Discurso Editorial.
- _____ (1999a) *Is science value-free? values and scientific understanding*. Londres: Routledge.
- _____ (1999b) Science and values (2), *Manuscrito, São Paulo*, 22: 165-203.
- _____ (2000a) As sementes e o conhecimento que elas incorporam. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, 14, n. 3: 53-59.
- _____ (2000c) Entrevista com Hugh Lacey, conduzida por José Correa Leite e Marcos Barbosa de Oliveira, *Teoria e Debate* 46 (nov/dez 2000/jan 2001): 30-36.

- _____ (2001) As formas nas quais as ciências são e não são livre de valores. *Crítica* 6, n. 21, 89-111.
- _____ (2002) A tecnociência e os valores do Fórum Social Mundial. In I.M. LOUREIRO, M.E. CEVASCO & J.C. LEITE (org.), *O espírito de Porto Alegre*. São Paulo: Paz e Terra.
- _____ (2003a) A ciência e o bem-estar humano: uma nova maneira de estruturar a atividade científica. In SANTOS, B de S. (org.), *Conhecimento prudente para uma vida decente: "Um discurso sobre as ciências" revisitado*. Porto, Edições Afrontamento, 2003, pp. 449-469.
- _____ (2003b) Existe uma distinção relevante entre valores cognitivos e sociais? *Scientiae Studia: estudos de filosofia e história da ciência*. Vol. 1, n. 2, abr.-jun./2003, p. 121-149.
- LACOSTE, J. (1992) A filosofia do século XX; tradução Marina Appenzeller. Campinas: Papirus, (Coleção Filosofar no Presente).
- LAKATOS, I. (1977) *The methodology of scientific debate*, Cambridge: Cambridge University Press.
- LATOUR, B. (2000) *Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade a fora*; tradução Ivone C. Benedetti; revisão de tradução Jesus de Paula Assis. São Paulo: Ed. Unesp.
- LAUDAN, J. (1977) *Progress and its Problems: toward a theory of scientific growth*. Berkeley: University of California Press.
- _____ (1984) *Science and values: the aims of science and their role in scientific debate*. Berkeley: University of California Press.
- LONGINO, H.E. (1990) *Science as social knowledge: values and objectivity in scientific inquiry*. Princeton (NJ): Princeton University Press.
- LOPES, A.C. (2002) Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. *Educação e Sociedade*, vol. 23, n. 80, 389-403.

- LOSEE, J. (1981) *Introdução Histórica à Filosofia da Ciência*, Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; Edusp.
- LOUREIRO, I. & DEL-MASSO, M.C.S. (orgs.) (2002) *Tempos de greve na Universidade Pública*. Marília: Unesp-Marília-Publicações; São Paulo: Cultura Acadêmica.
- LÖWY, M. (1994) *As aventuras de Karl Marx contra o Barão de Münchhausen: marxismo e o positivismo na sociologia do conhecimento*. Tradução de Juarez Guimarães e Suzanne Felice Léwy. – 5. ed. rev. – São Paulo: Cortez.
- MARICONDA, P. & RAMOS, M.C. (2003) Transgênicos e ética: a ameaça à imparcialidade científica. *Scientiae Studia: estudos de filosofia e história da ciência*. São Paulo: Vol. 1, n. 2, 2003, p. 245-261.
- MATTHEWS, M. R. (1994) História, Filosofia y Enseñanza de las Ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, Madrid, 12 (2), 255-277
- MCMULLIN, E. (1996) *Value in science*. In W. Newton-Smith (org.), *A Companion to the philosophy of science*. Cambridge: Blackwell Publishers.
- PEREIRA, B. (1999) *Em Defesa da Ciência*. Conferência Mundial sobre a Ciência. Ciência para o século XXI: um novo compromisso – UNESCO/ICSU, Budapeste, 26 de junho – 2 de julho 1999.
- PESQUISA FAPESP. São Paulo, 79: 16, set. 2002.
- RICARDO, E.C. (2003) Implementação dos PCN em Sala de Aula. *Física na Escola*, V. 4, n. 1, 8-11.
- RIVAL, M. (1997) *Os grandes experimentos científicos*. Tradução de Lucy Magalhães; revisão técnica de Henrique Lins de Barros. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.
- RUSS, J. (1999) *Pensamento ético contemporâneo*. São Paulo: Paulus.
- SACHS, I. (2000) Dilemas do desenvolvimento na era na Internet. *O Estado de São Paulo*, 23/12/2000, p. B2.
- SANTOS, B de S (1989) *Introdução a uma ciência pós-moderna*. Porto: Afrontamento.

- _____ (2002) *Um discurso sobre as ciências*. Porto: Afrontamento. 13ª edição.
- _____ (org.) *Conhecimento prudente para uma vida decente: “Um discurso sobre as ciências” revisitado*. Porto, Edições Afrontamento, 2003.
- SANTOS, L.L.C. (2002) Políticas Públicas para o Ensino Fundamental: Parâmetros Curriculares Nacionais e Sistema Nacional de Avaliação (SAEB). *Educação e Sociedade*, vol. 23, n. 80, 349-367.
- SARDAR, Z. (2000) *Thomas Kuhn and the science wars*. Duxford: Icon Books.
- SEVERINO, A.J. (1992) *Filosofia*. São Paulo: Cortez Editora.
- SHIVA, V. (2001) *Biopirataria: a pilhagem da natureza e do conhecimento*. Tradução de Laura Cardellini Barbosa de Oliveira; prefácio de Hugh Lacey e Marcos Barbosa de Oliveira. – Petrópolis, Rio de Janeiro: Ed. Vozes.
- SOKAL, A & BRICMONT, J. (1999) *Imposturas Intelectuais*; tradução de Max Altman; revisão de Alexandre Tort. Rio de Janeiro: Record.
- SOUZA, S.M.R. (1995) *Um outro olhar: filosofia*. São Paulo: FTD.
- TERRA, P. S. (2002) O ensino de ciências e o professor anarquista epistemológico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n.2: p. 208-218, ago. 2002.
- TESTART, J. (2002) Genética e controle cidadão. In LOUREIRO, I., CEVASCO, M.E. e LEITE, J.C. *O espírito de Porto Alegre*. São Paulo: Paz e Terra.
- THUILLIER, P. (1994) *De Arquimedes a Einstein: a face oculta da invenção científica*. Tradução de Maria Inês Duque-Estrada; revisão técnica de César Benjamin. – Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, (Col. Ciência e Cultura).
- VARGAS, M. (1984) *Para uma Filosofia da Tecnologia*. São Paulo. Ed. Alfa Omega.
- ZIMAN, J. (1981). *A Força do Conhecimento*; tradução de Eugênio Amado. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Edusp.
- _____ (1985) *Enseñanza y apredizaje sobre la ciencia y la sociedad*; traducción de José Andrés P. Barballo. México, D.F.: *Fondo de Cultura Económica*.

