

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade

**Reflexões sobre a tecnociência: uma análise crítica da
sociedade tecnologicamente potencializada.**

Vitor Ogiboski

São Carlos – SP
2012

VITOR OGIBOSKI

Reflexões sobre a tecnociência: uma análise crítica da sociedade tecnologicamente potencializada.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade, do Centro de Educação e Ciências Humanas, da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Orientador: Prof. Dr. Cidoval Morais de Sousa

São Carlos – SP
2012

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

O34rt

Ogiboski, Vitor.

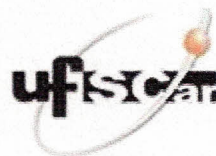
Reflexões sobre a tecnociência : uma análise crítica da sociedade tecnologicamente potencializada / Vitor Ogiboski.
-- São Carlos : UFSCar, 2012.

103 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Desenvolvimento social - ciência, tecnologia e sociedade. 2. Tecnociência. 3. Capitalismo. 4. Adequação sociotécnica. I. Título.

CDD: 303.483 (20ª)



**BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE
VITOR OGIBOSKI**

Profa. Dra. Maria Cristina Piumbato Innocentini Hayashi
Presidente
UFSCar

Profa. Dra. Marcia Reami Pechula
Membro externo
UNESP - Rio Claro

Profa. Dra. Henrienne Barbosa
Membro interno
UFSCar

Submetida a defesa pública em sessão realizada em: 23/02/2012.
Homologada na 55ª reunião da CPG do PPGCTS, realizada em
16/03/2012.

Profa. Dra. Maria Cristina Piumbato Innocentini Hayashi
Coordenadora do PPGCTS

Fomento: CAPES/DS

Dedico esse trabalho a minha família (Adélia, Nilson e Luciano), pelo apoio incondicional e suporte na jornada rumo à desconhecida cidade de São Carlos. Em especial, dedico cada parágrafo desse trabalho a Carol e Lucas, pelo calor humano, compreensão e paciência.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Cidoval Moraes de Sousa, por ter acreditado que meu simples projeto de pós-graduação pudesse se tornar uma dissertação de mestrado.

Às professoras Henrienne Barbosa e Márcia Reami Pechula, pelas ótimas contribuições no processo de desenvolvimento desse trabalho.

A todos os demais professores e funcionários do PPGCTS, que não medem esforços em suas funções para que alunos como eu possam crescer e ampliar conhecimentos.

A todos os professores que tive a oportunidade de conhecer nos cursos de graduação em Filosofia e Jornalismo, que inspiraram e continuam inspirando minha busca por uma consciente postura crítica do mundo.

RESUMO

OGIBOSKI, Vitor. **Reflexões sobre a tecnociência: uma análise crítica da sociedade tecnologicamente potencializada**. 2012. 104f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

A dinâmica do desenvolvimento e da aplicação da C&T vem transformando a sociedade moderna desde o início da revolução científica do século XVII. Fatores políticos, econômicos, ambientais e sociais sofrem mudanças contínuas através da intrincada relação entre essas duas forças, tratadas como sinônimos de progresso e evolução, mas que tem colocado a humanidade em estado de alerta por conta dos seus efeitos controversos, que vão desde a construção e utilização de armas químicas e atômicas até os efeitos do crescente desmatamento e poluição ambiental. Dessa maneira, a tecnociência, termo utilizado dentro dos ECTS (Estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade) para caracterizar as desconfigurações do desenvolvimento científico, tornou-se uma fonte de riscos e prejuízos para a modernidade. O presente pesquisa se ocupa em compreender como ocorreu o desenvolvimento tecnocientífico e quais os efeitos controversos gerados por ele. Através de uma leitura histórico/sociológica, o trabalho divide-se em quatro partes: num primeiro momento busca-se evidenciar como a tecnociência se constituiu e qual sua relação com o capital global. Na segunda parte, através das teorias de autores clássicos da sociologia da ciência, procura-se compreender os aspectos internos e epistemológicos da prática tecnocientífica. Na terceira parte serão analisados os efeitos negativos e prejuízos que a C&T trouxeram à contemporaneidade. Num último momento, através do enfoque do campo CTS e dos conceitos da Tecnologia Social, serão apresentadas algumas reflexões sobre a possibilidade e necessidade de uma adequação sócio-técnica.

Palavras-chave: tecnociência; capitalismo; estudos em ciência, tecnologia e sociedade (ECTS); adequação sócio-técnica.

ABSTRACT

OGIBOSKI, Vitor. **Reflections on technoscience: a critical analysis of society centered on technology**. 2012. 104 P. Dissertation (Master of Science, Technology and Society) - Education and Human Sciences Center, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

Dynamics of S&T development and its application is transforming modern society since the beginning of scientific revolution in the early seventeenth century. Political, economic, environmental and social elements undergo continuous changes through intricate relationship between these two forces, handled as synonymous for progress and evolution, but has placed humanity on alert due to its controversial effects, from the construction and use of chemical and nuclear weapons up to the effects of increased deforestation and environmental pollution. Thus, technoscience, a term used within the STS studies to describe the disfigurement of scientific development, has become a source of hazards and damages to modernity. This research is concerned on understanding the way technoscientific development has occurred and what are its controversial effects produced. Through a sociological and historical interpretation, the work is divided into four parts: the first attempts to evidence how technoscience is formed and what is its relationship with global capital. In the second part, through the theories of sociology of science classic authors, the aim is to understand the internal and epistemological aspects of the technoscientific practice. In the third part it will be analyzed the negative effects and damages that S&T brought to the present. In a last part, through the STS approach and Social Technology concepts, it will be presented some reflections about the possibility and need for a socio-technical adequacy.

Keywords: technoscience; capitalism; studies in science, technology and society, socio technical systems.

SUMÁRIO

OBJETIVOS	10
METODOLOGIA	11
APORTES TEÓRICOS	12
CAPÍTULO 1 - A construção da tecnociência e sua apropriação pelo capitalismo contemporâneo	16
1.1 Técnica: uma condição da vida humana	16
1.2 A Técnica facilitando a explicação do mundo: o despertar da ciência experimental.....	18
1.3 A ciência que gera tecnologia	20
1.4 O cruzamento entre ciência e tecnologia: a tecnociência	22
1.5 A aliança entre Tecnociência e Capitalismo	24
1.6 Tecnociência e Globalização: um mundo sem fronteiras	27
CAPÍTULO 2 - As contribuições da sociologia da ciência para a compreensão do desenvolvimento tecno-científico	32
2.1 Robert Merton e os imperativos institucionais da ciência	32
2.2 Charles Pierce Snow e as duas culturas: uma aproximação necessária	34
2.3 Pierre Bourdieu e os usos sociais da ciência.....	37
2.4 Karl Popper e o conceito de falseabilidade.....	39
2.5 Thomas Kuhn e a estrutura das revoluções científicas	41
2.6 O Programa Forte da sociologia do conhecimento	44
2.7 Bruno Latour e a ciência em ação: abrindo a caixa-preta.....	46
CAPÍTULO 3 - As controvérsias sócio-técnicas: a tecnociência como um risco eminente para a sociedade moderna	50
3.1 A humanidade em estado de alerta	50
3.2 A globalização do Risco	52
3.3 O Risco Radioativo	54
3.4 A ciência e a máquina de guerra	57
3.5 Tecnociência e depredação ambiental	59
3.6 Tecnociência e subdesenvolvimento	62
3.7 A cultura do desperdício	65
CAPÍTULO 4 - Adequação sócio-técnica: uma nova abordagem para o desenvolvimento da C&T	68
4.1 Ciência com consciência: a necessidade de reflexão da práxis científica	68
4.2 A ciência que não pertence ao cientista: o caso de Einstein e a bomba atômica.....	71
4.3 O movimento CTS: o despertar para uma consciência auto-reflexiva da ciência	74
4.4 A educação CTS: tomada de consciência para uma possível reação	78
4.5 Tecnologia Social: adequando as possibilidades da aplicação da C&T	81
4.6 Tecnologia social: uma ferramenta em prol da inclusão social	84
CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93

INTRODUÇÃO

Imerso em um mundo repleto de tecnologias e maravilhas científicas, fica quase impossível não admirar como essas duas forças unidas podem causar tantas mudanças em um prazo tão curto de tempo. Desde as primeiras investidas científicas de Galileu e seu telescópio, no século XVII, passando pela Revolução Industrial, no século XVIII, até a mais recente Revolução da Informática, que nos colocou na dita Sociedade da Informação, surfamos nessa onda científico/tecnológica acreditando que ela nos levará para mares calmos e tranquilos, quem sabe através dela poderemos até mesmo aportar em uma Nova Atlântida baconiana, uma ilha onde a ciência e a tecnologia são as responsáveis pelo mais elevado grau de bem estar humano. Por outro lado, é inegável que exista uma crescente desconfiança de que essa Terceira Onda, como quer Alvin Toffler, esteja tomando proporções de tsunamis, ameaçando engolir a tudo e a todos. Parece exagero, mas eventos como guerras tecnologicamente potencializadas, bombas e acidentes atômicos e a devastação ambiental, colocam em evidência o lado negativo do desenvolvimento tecno-científico.

O problema que se apresenta é que na sociedade contemporânea, o desenvolvimento e a aplicação técnica tornaram-se hipervalorizados, sendo considerada a resposta imperativa para os problemas da humanidade. Criou-se uma ilusão otimista cultivada desde o século XX segundo a qual tudo o que tem sido alcançado pela ciência e pela tecnologia é identificado como progresso. Essa ilusão gerou uma corrida desenfreada em busca de novas tecnologias capazes de fazerem frente aos problemas da humanidade. Para algumas linhas de estudo da filosofia e sociologia da ciência, essa corrida acabou atropelando muitos valores do homem, entre eles o mais importante, que é o seu valor humano. Arelada ao capital global, a evolução técnica tem tendência em tratar o homem como uma simples ferramenta que move o motor tecnológico. Esse processo pode vir a deslocar a finalidade da tecnologia, que seria servir as necessidades do maior número de indivíduos. Adorno e Horkheimer, na obra *Dialética do Esclarecimento*, denominaram esse processo de *razão instrumental*, ou seja, a ciência e a tecnologia transformando-se em instrumentos de dominação, poder e exploração. Esse processo pode acabar por subjugar o homem e o ambiente onde ele vive, reduzindo-os a um meio ou simples ferramenta.

Por isso, a pesquisa que se pretende desenvolver neste trabalho contempla uma série de pontos ligados diretamente às relações do homem moderno com a ciência e a tecnologia. Percebe-se que na modernidade a prática científica tornou-se a regra, enquanto sua reflexão foi relegada a segundo plano. Por isso o que se busca é compreender como o *homo faber*¹, o homem que manipula tecnicamente o meio, acabou ocupando uma posição adjacente em relação ao *homo sapiens*, como homem ético, que reflete os efeitos de suas ações. Dessa maneira, fica evidente a necessidade de novas abordagens para as políticas de desenvolvimento técnico-científicos, já que o modo tradicional (visão linear), onde o desenvolvimento da ciência possibilitaria o aprimoramento tecnológico, que, por conseguinte geraria mais riqueza, que finalmente ampliaria o bem-estar social, mostrou-se falho por conta dos efeitos desenfreados da ciência e de sua ineficácia no quesito da democratização do acesso e produção do conhecimento. É preciso adequar à força tecnocientífica às necessidades reais do ser humano.

Para que se possa trabalhar com a possibilidade de uma adequação sócio-técnica, é preciso seguir alguns caminhos, sendo o primeiro deles, a compreensão de como se desenvolveu e qual a representatividade da ciência e da tecnologia na vida do homem moderno. Ao buscar essa compreensão, poderemos visualizar quais os aspectos negativos e prejuízos desse desenvolvimento. Nesse ponto, buscamos aquilo que o filósofo alemão Hans Jonas chama de “*heurística do temor*”, que afirma que é somente através da compreensão do risco que o ser humano passa a ocupar-se sobre o conflito. Para o autor, é preciso utilizar as predições e os presságios apontados pelos saberes científicos modernos como forma de antecipação das condições desastrosas previstas, em sentido de fomentar a responsabilidade. Compreender o risco será o ponto de partida para que se possa chegar a uma “tomada de consciência” da necessidade de mudanças, que poderão culminar em projetos e ações científicas e tecnológicas que atendam aos interesses da grande maioria. Em suma, esse será o direcionamento do presente trabalho.

OBJETIVOS

O desenvolvimento da C&T carrega consigo alguns efeitos controversos, o que tem colocado alguns estudiosos da área em estado de alerta, por isso, o propósito do

¹ Homo Faber é o ser humano que maneja a técnica. É aquele que pelo trabalho das mãos, cria o mundo que lhe serve de lar, como melhor lhe apraz.

presente trabalho é compreender como ocorreu o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, e como tal desenvolvimento pode trazer determinados riscos a sociedade. Essa compreensão geraria a “tomada de consciência”, culminando em ações práticas e efetivas para uma adequação sócio-técnica.

Sob a luz dos ECTS, procura-se evidenciar especificamente:

- Qual a relação do homem moderno com a técnica e com a ciência;
- Como a tecnociência se constituiu e como ela foi apropriada pelo capitalismo contemporâneo;
- Como alguns dos principais autores da sociologia da ciência compreendem a práxis científica;
- Quais os efeitos negativos e prejuízos que a tecnociência trouxe a contemporaneidade;
- A necessidade de uma postura auto-reflexiva da ciência;
- A possibilidade de uma adequação sócio-técnica.

METODOLOGIA

A presente dissertação possui uma classificação descritiva com delineamento bibliográfico. Segundo Gil (2008), uma das características da pesquisa descritiva é que seu assunto já é conhecido, mas seu estudo pode ampliar ou trazer novas visões sobre uma realidade já conhecida. Dessa maneira, buscou-se uma análise histórico-sociológica do desenvolvimento da C&T, procurando alicerçá-la com subsídios bibliográficos. A pesquisa bibliográfica se mostra coerente nesse contexto, pois o tema escolhido denota um caráter genérico, sendo seu estudo uma atividade contemplativa e reflexiva. As implicações da tecnociência são de dimensões tais que não podem ser quantificadas em um ou outro evento. É preciso um olhar generalizado. Além disso, como afirmam Raupp e Beuren (2004) a pesquisa bibliográfica é obrigatória, pois é por meio dela que se entra em contato com a produção científica existentes sobre o assunto, para assim reuni-las afim de atribuir-lhes uma nova leitura.

Ao todo, o trabalho divide-se em quatro partes:

Com um caráter histórico-sociológico, a primeira parte do trabalho se ocupará em evidenciar como a tecnociência se constituiu e como ela foi apropriada pelo capitalismo contemporâneo. Para isso, será analisado como a técnica ajudou o homem a

sobreviver e melhorar suas condições de vida, e como, a partir dela, foi possível desenvolver a ciência experimental e a tecnologia, que culminaram na força que hoje conhecemos por tecnociência. Para finalizar a primeira parte, uma reflexão sobre as ligações entre a tecnociência e o capital global.

Na segunda parte, depois de compreendido historicamente como ocorreu o desenvolvimento da C&T, nos aprofundamos nos aspectos internos da ciência. Valendo-se das teorias de alguns dos principais autores da sociologia da ciência, entre eles, Robert Merton, Charles Pierce Snow, Pierre Bourdieu, Karl Popper, Thomas Kuhn, David Bloor e Bruno Latour, procuramos compreender epistemologicamente quais as regras, condições e conflitos que permeiam a ciência e a tecnologia.

Na terceira parte serão analisados os efeitos negativos e prejuízos que a C&T trouxeram à contemporaneidade. Essa etapa do trabalho se ocupará em analisar os “riscos” gerados pelo desenvolvimento desenfreado da tecnociência, entre eles, a radioatividade, as guerras tecnologicamente instrumentalizadas e a depredação ambiental.

Num quarto e último momento, serão apresentadas algumas reflexões sobre a possibilidade de uma adequação sócio-técnica, partindo de uma tomada de consciência da comunidade científica para a necessidade de reflexão sobre a cadeia de efeitos gerada pelo desenvolvimento da C&T. Nesse momento apresentamos os estudos do campo CTS como um ponto de partida para essa reflexão, e posteriormente, utilizaremos os conceitos da Tecnologia Social como possibilidade de adequação.

APORTES TEÓRICOS

Fazendo uma análise bibliográfica resumida sobre o tema deste trabalho, pode-se observar que existem duas interpretações sobre a atuação da ciência e da tecnologia no meio social, uma antiga e ainda enraizada na práxis coletiva baseada na confiança e no encantamento sobre seus efeitos, e uma segunda (a ser adotada neste trabalho), com teor crítico acentuado que denota o estado de alerta sobre os efeitos nocivos da ciência e tecnologia.

A primeira começou a ser fomentada a partir do século XVII, com a efervescência do desenvolvimento científico. Naquele momento, o filósofo inglês Francis Bacon já afirmava que o conhecimento científico deveria ter por finalidade servir ao homem e dar-lhe poder sobre a natureza. Sua obra *Nova Atlântida* apresenta uma concepção de um Estado ideal regulado pela ciência e pela tecnologia. Da mesma

maneira, Descartes, ao inaugurar sua teoria da racionalidade, em sua principal obra, *O Discurso sobre o Método*, afirmava que através do conhecimento científico, o homem poderia se tornar o dono e possuidor da natureza. Esses posicionamentos ganharam ainda mais força com o advento do Iluminismo, que segundo Reale e Antiseri (1990), é marcado pela valorização da ciência e da técnica como meios de melhorar a condição material e espiritual da humanidade. Os efeitos das ideias iluministas deram vazão a Revolução Industrial do século XVIII, alicerçando assim a C&T como base do desenvolvimento econômico, político e social. Como apontado anteriormente, nesse início do século XXI, essas visões continuam imperativas, já que a ciência é muitas vezes tratada como sinônimo de evolução.

A segunda interpretação, que busca analisar as controversias tecnológicas, começou a ganhar força a partir da segunda grande guerra, momento em que a ciência passou a servir aos interesses da máquina de guerra dos países em combate. Nesse momento, começou-se a perceber que todo o poder gerado pela tecnologia poderia representar uma ameaça para a existência plena do ser humano na Terra. O que acabou reforçando esse posicionamento foram os efeitos causados pelo lançamento das bombas de Hiroshima e Nagasaki. Foram os representantes da Escola de Frankfurt que inauguraram essa visão. Destacam-se Max Horkheimer e Theodor Adorno, que ao trabalharem o contexto de sua teoria crítica, na obra *A Dialética do Esclarecimento*, elaboraram o conceito de *razão instrumental*, denunciando a ideologia cientificista, que através dos meios de comunicação, engendra uma falsa concepção de progresso.

Além dos representantes da Escola de Frankfurt, importantes autores da sociologia da ciência procuraram compreender, de forma crítica, como ocorre a intrincada relação entre C&T. Podemos citar Charles Pierce Snow, que denunciou o distanciamento entre as disciplinas das ciências humanas e das ciências exatas. Thomas Kuhn, que ao trabalhar o seu conceito de paradigma, demonstrou que a evolução da ciência não ocorre por acumulação, mas sim por substituição de conhecimentos. Pierre Bourdieu, que mostrou que o processo científico não depende somente de regras epistemológicas, mas sim também depende de relações sociais para se efetivar. Outro autor que contribuiu significativamente foi Bruno Latour, que ao promover seu estudo etnográfico, procurou demonstrar que o cientista, como qualquer outro ator social, se utiliza de estratégias persuasivas para garantir a aceitação dos seus enunciados.

Outro campo que merece destaque e que dará suporte teórico ao trabalho é o da Sociologia do Risco. O “risco” tornou-se objeto de estudo de vários filósofos e

sociólogos, entre eles Anthony Giddens, Scott Lash e Ulrich Beck, o que acabou transformando o tema em um vasto campo de estudo. Segundo Ulrich Beck, vivermos numa sociedade de risco, onde o crescente estágio da industrialização e da tecnologização tem culminado em uma série de ameaças, pois as instituições modernas não dão conta de gerir sua produção de “males”, ou seja, seus riscos. O filósofo alemão Hans Jonas, em sua principal obra: *O Princípio da Responsabilidade – Ensaio de uma ética para a civilização tecnológica*, publicada em 1979, faz um alerta sobre os perigos que o desenvolvimento tecnocientífico desenfreado pode causar. Jonas acredita que somente através de uma ética que considere os efeitos da técnica moderna, pode-se garantir o futuro das próximas gerações, que se encontram ameaçadas pela escassez dos recursos básicos de sobrevivência. Outro autor contemporâneo brasileiro que aborda a questão é o brasileiro Gilberto Dupas, que no ano de 2000 lançou a obra: *Ética e Poder na Sociedade da Informação*. Na obra, ele afirma que devido a alguns êxitos das novas tecnologias, elas adquirem uma “auréola mágica e determinista”, colocando-as acima da razão e da moral. A tecnociência acabou tornando-se autônoma em relação aos valores éticos. O que ocasionou essa independência foi o fato de que o saber científico atual encontra-se a serviço do capital. Newton Aquiles Von Zuben, outro estudioso brasileiro dos efeitos da tecnociência, publicou em 2006 a obra: *Bioética e Tecnociências: a Saga de Prometeu e a Esperança Paradoxal*, que concentrou seus estudos, publicações, diálogos e conferências sobre o assunto. Em linhas gerais, o autor compreende que a tecnociência é ambivalente, pois confere novos domínios e novos temores à sociedade, que geram esperanças e incertezas, resultando em atitudes extremas, batizadas por ele de tecnofobia e tecnofilia.

Além de todos esses autores, é preciso citar dois campos importantes para esse trabalho, que dentro da sociologia, trazem em suas reflexões as consequências da sociedade tecnocientífica. O primeiro é o movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), que no início dos anos 60 começa a trabalhar questões referentes à práxis científica, desmistificando seu caráter triunfalista. De acordo com LÓPEZ CERESO (1999), os estudos CTS possuem grande diversidade de programas, o que confere ao campo um caráter multidisciplinar. O autor cita três posicionamentos do campo CTS, que estão inteiramente em consonância com os objetivos do presente trabalho: “(a) o rechaço a imagem da ciência como uma atividade pura; (b) a crítica da concepção da tecnologia como uma aplicação neutra da ciência; e (c) a condenação à tecnocracia” (LÓPEZ CERESO, 1999, p.4). Para o presente trabalho vamos nos servir dos conceitos

da Educação CTS, que além de seu caráter teórico/crítico, também possui vertente prática, procurando formar indivíduos aptos a assumirem papéis ativos nos processos de tomadas de decisões sobre assuntos que envolvam ciência e tecnologia. O segundo campo que dará suporte ao trabalho, que está inserido no programa de ECTS, é o da TS (Tecnologia Social), que em linhas gerais promove uma crítica ao modelo convencional e ainda dominante de desenvolvimento tecnológico, no qual prevalece o caráter econômico em detrimento ao social. A TS seria uma alternativa para promover a adequação sócio-técnica, incentivando a interação democrática entre a comunidade e os produtos, técnicas e metodologias da tecnologia.

CAPÍTULO 1

A construção da tecnociência e sua apropriação pelo capitalismo contemporâneo

O homem não nasce pronto e imerso no mundo como os animais, é um ser sempre inacabado, e necessita transformar esse mundo que, tal qual é, não lhe sacia todos os apetites e esperanças. (Pedro Dalle Nogare)

O desenvolvimento da tecnologia está ligado diretamente com o desenvolvimento da ciência, que juntas têm causado inúmeras transformações na vida do homem, causando uma verdadeira revolução técnico-científica, revolução esta em que se valoriza incondicionalmente a interação da técnica com a ciência. Para tanto, a seguir se buscará compreender, num primeiro momento, como a tecnociência se desenvolveu, fazendo uma análise histórica e antropológica da necessidade do homem em adaptar o mundo onde vive através da técnica, que impulsionada pela ciência do século XVII, possibilitou o desenvolvimento da tecnociência. Num segundo momento, busca-se evidenciar como a tecnociência tornou-se o principal motor da sociedade capitalista, impulsionando os processos de inovação da indústria moderna.

1.1 Técnica: uma condição da vida humana

O objetivo principal da técnica é produzir, é criar maneiras de facilitar a vivência do homem no meio natural. Ela ajuda o homem a satisfazer suas necessidades essenciais, aproveitando os recursos naturais, que são trabalhados pelas suas mãos com a finalidade de criar alternativas para uma vida mais confortável. De acordo com Nogare (1977), a técnica pertence à categoria do fazer, não no sentido de que esta se reduza a uma pura atividade mecânica, mas porque constituída de um conjunto de normas destinadas a dirigir eficazmente a ação a uma determinada finalidade.

Desde os primórdios da existência humana a técnica se apresenta como uma de suas principais características. Ela potencializa sua força manual, criando utensílios capazes de aumentar suas possibilidades de sobrevivência. Todo trabalho técnico está diretamente ligado à produção, a transformação de elementos naturais por meio de um trabalho manual. A técnica é o desenvolvimento de habilidades que tornam possível ao homem adaptar o mundo natural às suas necessidades.

Foi utilizando objetos que encontrava na natureza como pedras, galhos, ossos, que o homem pôde criar ferramentas capazes de deixá-lo apto a sobreviver na

natureza. Essas ferramentas serviam como extensão de seu braço, que por si só, sempre foi fraco e insignificante em comparação com as forças da natureza. Portanto, o *homo faber*, designação do homem como construtor de coisas, fabricante de objetos e utensílios, parece ser tão antiga quanto a sua existência.

Em retrospectiva histórica, pode-se falar na técnica do *Homo Faber*, desde que o homem se alçou acima da pura animalidade, desde que aprendeu a lidar com pedras no paleolítico, afiando rochas por meio de outras mais duras, fazendo daí surgir o machado, a faca, a ponta de flecha, a lança, a broca etc. Saindo das cavernas, na época neolítica, o homem se apossa de novas técnicas: constrói abrigos, cultiva campos, domestica animais. Aparecem os potes de barro cozido, o enxadão, a mó. Pratica-se a fiação. Surge enfim a forja, condensação de diferentes técnicas, onde entram o ar, o fogo, a água etc. (VANNUCHI, 1977, p.40).

É por isso que antropólogos utilizam como critério para identificar se determinado fóssil é humano, o fato de encontrarem junto dele restos de utensílios e instrumentos como pedras lascadas e machados, provando que é impossível pensar no homem e em sua adaptação ao meio sem a técnica, que constitui o seu principal recurso de sobrevivência.

Foi na pré-história que apareceram os primeiros esboços de ferramentas e utensílios, e também foi nessa época que o homem começou a se elevar acima da animalidade. No decorrer de séculos ele desenvolve e reinventa objetos tão complexo quanto úteis, modificando seu meio e conseqüentemente, modificando-se a si próprio, em um processo de transformações contínuas. É por isso que “a técnica como instrumento de controle da natureza é tão antiga quanto o homem e quase se identifica com ele”. (NOGARE, 1977, p.215).

A instrumentalidade do *homo faber* é que determina toda a fabricação de utensílios, e são esses objetos que vão possibilitar a modificação do meio natural. É na instrumentalidade que o homem determina o seu trabalho e sua produção. As ferramentas são projetadas visando o produto final e todo o processo de trabalho leva em conta que o fim desejado seja determinada melhoria nas condições de vida humana. Assim, o fim é o determinante direto da produção e organização do meio.

O fim justifica a violência cometida contra a natureza para que se obtenha o material, tal como a madeira justifica matar a árvore, e a mesa justifica destruir a madeira. É em atenção ao produto final que as

ferramentas são projetadas e os utensílios são inventados. (ARENDETT, 1991, p.166).

Essa visão de meio e fim do processo técnico acaba fazendo com que tudo aquilo que um dia era o fim se torne o meio. Para construir uma carroça, por exemplo, são necessárias várias ferramentas e matérias primas como meio de produção, tudo visando o fim do processo que é a própria carroça. Depois de terminada, a carroça passa de fim do processo para meio de um segundo processo, quando é utilizada para carregar madeiras para construir uma moradia, por exemplo. Assim, o processo técnico de construção é contínuo.

1.2 A Técnica facilitando a explicação do mundo: o despertar da ciência experimental

Com a exploração da técnica, conseqüentemente o homem parte para o campo da experimentação, que é a condição do surgimento do que nós chamamos hoje de ciência moderna. Técnica e ciência passaram a se complementar na medida em que “a grande maioria das técnicas consiste na aplicação de descobertas científicas, mas também porque a ciência em seu exercício e resultados depende muitas vezes do uso de determinadas técnicas”. (NOGARE, 1977, p.215). Portanto, uma se tornou condição de existência da outra.

O surgimento da ciência moderna é marcado pela influência do físico e astrônomo italiano Galileu Galilei (1564 – 1642), que apontou para a importância do método experimental (empírico). Assim, as leis e teorias científicas, para serem consideradas realmente científicas, deveriam ser baseadas na experiência. Galileu mostrou que enquanto a mente e a inteligência constroem hipóteses, são as experiências que vão indicar se estas são verdadeiras ou falsas.

A partir de Galileu, os conhecimentos humanos passaram a utilizar a natureza como um grande campo de experimentação, e permitiram o largo desenvolvimento da ciência moderna. Concepções teológicas, filosóficas ou cabalísticas passaram a expressar uma visão falha ou insuficiente do mundo, ao contrário dos experimentos empíricos da ciência moderna, que podiam ser demonstrados e comprovados, sendo consideradas visões seguras e verdadeiras da realidade. A influência de Galileu foi tão significativa que a partir de suas descobertas científicas e invenções técnicas, toda a concepção de mundo passou a ser influenciada pela ciência. De acordo com Zylbersztajn (1998), Galileu teria rompido com a tradição reinante dos

escolásticos aristotélicos ao contrapor, à metafísica especulativa daqueles, um novo método baseado na observação e no experimento para a obtenção do conhecimento – o assim denominado “método científico”.

A técnica é introduzida na ciência exatamente quando a ciência se volta à experimentação. O experimento científico é técnica pura, pois se utiliza de ferramentas manualmente manipuladas em busca da verdade verificável. Galileu não só apresentou a teoria da experimentação como foi o autor de uma das experiências mais significativas e importantes para a ciência empírica-instrumental, utilizando um instrumento então denominado telescópio para visualizar os astros e estrelas.

Tendo notícias de que um holandês acabara de inventar um telescópio, Galilei fez um para si próprio e descobriu muitas coisas importantes. Verificou que a Via Láctea consiste de uma multidão de estrelas separadas. Observou as fases de Vênus, que Copérnico sabia que estavam implicadas em sua teoria, mas que a olho nu não podiam ser percebidas. (RUSSELL, 1968, p.55).

De acordo com Postman (1994), o refinamento do telescópio tornou seu conhecimento tão preciso que se seguiu um colapso, se é que se pode chamar assim, do centro de gravidade moral do Ocidente. O centro moral havia permitido que as pessoas acreditassem que a terra era o centro do universo, e, por conseguinte, que a humanidade era do interesse especial de Deus. A teoria do heliocentrismo, que indicava que não era o sol que se movia em volta da terra, mas sim era a terra que se movia em volta do sol já havia sido formulada por Copérnico e aperfeiçoada por Kepler, mas foi Galileu e seu telescópio que comprovaram empiricamente a teoria. Foi Galileu quem “estabeleceu um fato demonstrável onde antes havia somente especulações inspiradas”. (ARENDR, 1991, p.273). Até então se acreditava que a terra era o centro do universo, sendo um planeta de ímpar importância. Mas foi um instrumento científico que mostrou que a terra não passa de mais um mero planeta viajante do universo infinito. A descoberta de Galileu causou um grande alvoroço nas concepções morais da época, fazendo com que fosse condenado duas vezes pela inquisição, sendo que na segunda vez, prometeu não afirmar nunca mais que a terra se movia ou girava. Mas uma vez apresentada e comprovada a teoria, nenhum tribunal inquisitório poderia mudar a regra científica e invalidar uma verdade comprovada empiricamente.

O telescópio é talvez o exemplo mais importante de como um instrumento pode ser usado pela ciência para provar teorias e chegar a uma verdade verificável. O telescópio de Galileu mostrou que a ciência pode obter resultados realmente significativos se utilizar instrumentos e técnicas para potencializar os sentidos e, portanto, a visão do homem sobre o mundo.

[...] aquelas primeiras espreitadas tímidas na direção do universo, através de um instrumento ao mesmo tempo ajustados aos sentidos humanos e destinados a revelar aquilo que ficara definitivamente e eternamente longe de seu alcance, estabeleceram as condições de um mundo inteiramente novo, e determinaram o curso de outros eventos, que com muito maior alarde, iriam dar início a era moderna. (ARENDR, 1991, p.270).

Além do telescópio, o século XVII teve um notável desenvolvimento no que diz respeito aos instrumentos científicos. Destacam-se o microscópio, o termômetro, o barômetro, a bomba a ar, além do relógio, que embora não tenha sido inventado no século XVII, fora grandemente aperfeiçoado nessa época. Por isso, essa época destaca-se como uma das mais importantes para o desenvolvimento humano. “Em 1700, a atitude mental dos homens cultos era inteiramente moderna; em 1600, com exceção de alguns poucos, era ainda, em grande parte, medieval”. (RUSSEL, 1968, p.58).

O telescópio de Galileu, entre outros instrumentos criados no século XVII, foram essenciais para que o homem passasse da era medieval para a era moderna. Os experimentos que abriram as portas para a concepção moderna do mundo só foram possíveis por meio da relação entre o homem, o instrumento e a técnica.

1.3 A ciência que gera tecnologia

Como já foi dito, as descobertas do século XVII modificaram profundamente a relação do homem com o mundo. Se antes se acreditava que o homem vivia em um planeta único e especial, bastaram menos de um século e algumas invenções e experimentos para provar que a terra não passa de uma ínfima cabeça de alfinete diante do tamanho do universo.

Pode-se dizer que até pouco antes do século XVII todas as culturas eram usuárias de ferramentas, que serviam unicamente para resolver problemas específicos da vida física, como o funcionamento da força hidráulica, dos moinhos e do arado. Por isso, “as ferramentas não impediam as pessoas de acreditar em suas tradições, em seu

Deus, em sua política, em seus métodos de educação ou na legitimidade de sua organização social”. (POSTMAN, 1994, p.33). Com a introdução de ferramentas na ciência do século XVII, a perspectiva da relação física do homem com os utensílios ampliou-se, criando uma relação de interdependência. Todos os esforços se voltaram para o desenvolvimento de ferramentas, que passaram a influenciar diretamente o mundo social e simbólico, se tornando parte constitutiva da cultura.

A partir do século XVII, com Bacon e Descartes, a ciência prática começou a conquistar elevada importância. A teoria da indução de Bacon, que tentava compreender a lei e a causa dos fenômenos naturais a partir de minuciosos procedimentos e técnicas, também impulsionou o desenvolvimento da ciência moderna. Logo depois, Descartes, no seu Discurso do Método, “[...] proporcionou nobreza ao ceticismo e à razão e serviu como base de uma nova ciência” (POSTMAN, 1994, p.44) afirmando que a ciência poderia fazer com que os homens se tornassem os “donos e possuidores da natureza”. Foi o início de uma era mecanicista e materialista, onde a ciência se voltava para resultados práticos e palpáveis. Acreditava-se que o bem estar do homem só seria possível com o contínuo desenvolvimento científico.

Foi Bacon quem viu primeiro, pura e serena, a relação entre ciência e melhoria da condição humana. O objetivo principal de seu trabalho foi aumentar “a felicidade da humanidade”, e varias vezes criticou seus predecessores por deixarem de compreender que o motivo real, legítimo e único das ciências é dotar a vida humana de novas invenções e riquezas. (POSTMAN, 1994, p.45).

Mas foi somente no fim do século XVIII, com a invenção da máquina a vapor que a tecnologia começou a ganhar grande importância. Como resultado prático da junção técnica – ciência, a tecnologia se tornou um imperativo, possibilitando a Evolução Industrial, que trouxe novas perspectivas para as relações de trabalho e organização social. A relação homem/natureza também começou a passar por mudanças. Se antes dos adventos tecnológicos o contato do homem com o meio ambiente era direto e imediato, com o desenvolvimento tecnológico, passou a ser feito por intermédio de máquinas capazes de fazer aquilo que a mão do homem jamais poderia fazer. Dessa maneira, o poder tecnológico trouxe consigo impactos que de início pareciam irrisórios em comparação ao tamanho das riquezas naturais. Se antes se retirava o que precisava da natureza por meio de utensílios que causavam pouco impacto ambiental, agora se passa a utilizar máquinas com grande potencial de

interferência. O crescente poder do homem sobre a natureza acabou se tornando o principal causador de desequilíbrios naturais.

A vida no planeta deteve sua própria regulamentação durante muito tempo, pois a própria natureza constituía-se em obstáculo intransponível para o agir humano. Agora, porém, o agir do homem, deixando de ser regulado por fins naturais, transforma-se no centro de um desequilíbrio específico. (SIQUEIRA, 1998, p.39).

Na segunda metade do século XX, em um curto espaço de apenas 50 anos, a força tecnológica conseguiu se impor diante da força da natureza, e o saber tecnológico se tornou hegemônico. As teorias de Bacon e Descartes enfim alcançaram a amplitude da prática. O saber tecno-científico tornou-se culturalmente hipervalorizado. Toda a concepção de mundo passou a estar inserida em um contexto onde só prevalece aquilo que pode ser explicado de forma técnica e sistemática. Todos os conhecimentos das ciências humanas passaram para o segundo plano, pois não podem oferecer os mesmos resultados práticos que a ciência proporciona. Em um mundo técnico e objetivo, todo conhecimento subjetivo ou especulativo perde a sua utilidade, pois não pode ser aplicado ou verificado. Enfim, a ciência, protegida por um discurso pragmático, encontrou no século XX as condições ideais para se desenvolver e alcançar a hegemonia do conhecimento humano.

De acordo com Feenberg (2003), existe uma distinção muito clara entre ciência e tecnologia. Apesar de ambas partirem do mesmo tipo de pensamento racional baseado na observação empírica e conhecimento de causalidade natural, diferenciam-se na sua finalidade. A ciência está relacionada com a busca da verdade, enquanto a tecnologia, com a utilidade. “Onde a ciência busca o saber, a tecnologia busca o controle”. (FEENBERG, 2003, p. 135). As palavras de Feenberg, em especial o termo “controle” ilustram claramente a visão da C&T apresentada nesse tópico.

1.4 O cruzamento entre ciência e tecnologia: a tecnociência

Vimos como o homem desenvolveu a técnica para sanar algumas de suas necessidades. Também compreendemos como a técnica ajudou no desenvolvimento da ciência empírica, e conseqüentemente, como está evoluiu até a tecnologia. Agora vamos discutir a mais recente interface de todos esses cruzamentos: a tecnociência.

O termo “tecnociência” foi criado pelo filósofo belga Gilbert Hottois no final da década de 70. A grosso modo, a tecnociência é um recurso de linguagem para denotar a

íntima relação entre ciência e tecnologia. Porém, mais que um simples termo, representa um conceito amplamente utilizado na comunidade interdisciplinar de estudos sociais da ciência e tecnologia que buscam evidenciar a desconfiguração dos limites desse cruzamento. Segundo Zuben (2005), Gilbert Hottois introduziu o termo tecnociência para designar a intrínseca ligação, o entrelaçamento entre técnica e ciência, cujas características são, primeiramente, a indissolubilidade desses dois pólos, o teórico e técnico-operatório e, em segundo lugar, o primado da técnica sobre a teoria. O termo procura sublinhar os laços sociais das atividades científico/tecnológicas, mantidas e afirmadas por redes materiais não-humanas. Baumgartem (2002) reforça esse posicionamento ao afirmar que a história das carências humanas e das trocas que as mesmas originam entre o homem e seu meio natural e social é o eixo em torno do qual gira o processo de conhecimento humano, cuja expressão atual vem sendo denominada tecnociência.

De acordo com a concepção clássica e abstrata, cabe a ciência fornecer os recursos teóricos para a construção tecnológica. Nesse esquema, teoricamente a ciência antecede a tecnologia. Feenberg (2003) reforça essa visão ao afirmar que a ciência está relacionada com a busca da verdade, enquanto a tecnologia, com a utilidade. Porém, como já foi dito, tal distinção é abstrata. Oliveira (2004) desmistifica o posicionamento clássico, reconhecendo que a tecnologia também é capaz de gerar ciência.

Na realidade a tecnologia também serve à ciência de varias formas, sendo a mais evidente a de contribuir para o instrumental necessário para a realização dos experimentos e observações científicas e, no caso dos computadores, de funcionar também como instrumento para realização de cálculos e outras manipulações simbólicas envolvidos no trabalho teórico. (OLIVEIRA, 2004, p.4)

Dessa maneira, a reciprocidade entre ciência e tecnologia são evidentes, sendo impossível pensar a ciência abstraíndo o vasto sistema tecnológico que a torna possível, e vice-versa. Apesar de distintas, a ciência (pesquisa básica) e a tecnologia (pesquisa aplicada), são recíprocas, de modo que na sociedade moderna, distingui-las não é tarefa fácil, pois se desenvolvem conjuntamente, uma utilizando-se da outra para validar-se. De acordo com Dagnino (2007), isso ocorre por conta da dinâmica acelerada com que C&T aprimoram-se. A evidência empírica demonstra uma dramática redução do tempo que medeia entre invenção e inovação. Isso ocorre por conta da relação direta entre

P&D e necessidade de mercado. É exatamente nesse contexto de inovação e mercado que o conceito de tecnociência ganha sentido. Para Baumgartem (2003), a técnica incorpora a ciência para converter-se em tecnociência, que é transmutada em mercadoria de alto valor. Inserida no cotidiano das sociedades, transforma-se em poder capaz de alterar matrizes simbólicas e culturais.

Portanto, fica claro que aquilo que estamos acostumados a chamar de C&T passa a ser, para a contemporaneidade, duas coisas inseparáveis, sendo seus limites quase que indistinguíveis. Isso ocorre por conta da C&T serem as principais ferramentas para impulsionar a indústria e garantir a hegemonia tecnocientífica de grandes potências mundiais (Dagnino, 2007). Por conta disso, Nuñez (1999), afirma que é difícil distinguir aquelas pessoas que se dedicam a trabalhar em um laboratório de investigação científica daquelas que trabalham em uma grande indústria. “Fazem ciência ou fazem tecnologia? Acredito que simplesmente façam “tecnociência”, atividade onde não se podem definir fronteiras entre o que é ciência e o que é tecnologia” (NUÑES, 1999, p.2).

1.5 A aliança entre Tecnociência e Capitalismo

O modo de produção hoje dominante, o capitalismo, é fruto da união tecnocientífica. Na gênese de todo esse processo, situam-se a Revolução Industrial e o Iluminismo, que começaram a impor uma lógica instrumental que prometia organizar as funções sociais, fortalecendo as classes de modo linear. A partir daí, a idéia de que somente a união da ciência com a tecnologia poderia ser a única ferramenta capaz de promover o desenvolvimento social foi engendrada.

A partir da Revolução Industrial e dentro do modo de produção capitalista, ciência e tecnologia formam um binômio que mantém profunda relação com o capitalismo. O conhecimento dos fenômenos e recursos naturais, possibilita o desenvolvimento de técnicas para sua utilização no processo de produção de mercadorias. O desenvolvimento do capitalismo irá influenciar, em grande medida, o desenvolvimento tecnológico e as formas e níveis de apropriação da natureza. (BAUNGARTEN, 2003, p. 47)

Assim como a revolução industrial do final do século XVIII e início do século XIX impulsionou o capitalismo, um novo tipo de sociedade também começava a despontar: a sociedade tecnológica. De acordo com Carvalho (1997), esse período foi responsável pelo ponta pé inicial do acelerado desenvolvimento tecnológico

contemporâneo, sendo fundamental para a consolidação da sua principal instituição: a empresa de capital privado. Giddens (1991), explica que as firmas de negócios, em especial as grandes corporações multinacionais, gozam de um imenso poder econômico, por isso, tem a capacidade de influenciar sistemas políticos em seus países-base e em outros lugares. “As maiores companhias multinacionais da atualidade têm orçamentos maiores do que os de todas as nações com poucas exceções” (GIDDENS, 1991, p.75).

A tecnologia passou a ser fundamental nesse novo sistema por conta de seu poder em ampliar a produção. Onde a regra é produzir cada vez mais, em um espaço menor de tempo e com o mínimo de mão de obra, a tecnologia passou a ser a principal área a ser desenvolvida. Já no século XIX, Marx mostrou claramente em suas obras a afinidade da tecnologia com a indústria capitalista. No volume I do livro *O Capital*, ao tratar do assunto Maquinaria e Grande Indústria, Marx (1984) afirma que as máquinas destinam-se a baratear a mercadoria, encurtando a jornada de trabalho necessária para a sua produção. Além de uma jornada menor, os maquinários também serviram para substituir a mão de obra humana, causando uma série de transtornos para a classe trabalhadora. “A máquina, da qual parte a Revolução Industrial, substitui o trabalhador, que maneja uma única ferramenta, por um mecanismo, que opera com uma massa de ferramentas iguais ou semelhantes de uma só vez”. (MARX, 1984, p.9) Mais adiante, Marx afirma que a tecnologia impulsionou o desenvolvimento da indústria de manufatura, que “desenvolveu os primeiros elementos científicos e técnicos da grande indústria”. (MARX, 1984, p.10)

O sucesso do capitalismo transformou definitivamente a vida humana, criando novas relações sociais e culturais e, associados a elas, novos atores sociais que passarão a viver contradições específicas de uma sociedade de classes. Fazendo uma leitura através de uma visão histórico/marxista, o êxodo rural, uma tendência das sociedades pré-industriais e industriais, fez com que levas de camponeses migrassem para as cidades em busca de trabalho na indústria. Isso acabou gerando uma superpopulação nas periferias das cidades, que cresceram de maneira desordenada, apresentando problemas nos setores de habitação, saneamento, saúde e educação. Esse exército de trabalhadores acabou gerando mão de obra excedente, rebaixando assim o valor da força de trabalho, o que incentivava o crescimento da pobreza das classes baixas. Para Marx (1975), uma das essências do capitalismo é a oposição entre riqueza e pobreza. A acumulação do capital é concentrada numa pequena classe privilegiada, enquanto a grande maioria não tem acesso às riquezas geradas pelo seu trabalho.

Essa é a leitura da revolução capitalista, que teve a Inglaterra do século XIX como cenário inicial e marcou o surgimento de uma nova economia. De um lado a burguesia, classe proprietária do capital e dos meios de produção e de outro os trabalhadores, classe vendedora de força de trabalho. Essa relação capital/trabalho é a contradição básica do capitalismo. (Marx, 1975). Carvalho (1997) explica que o desenvolvimento tecnológico ocorre cada vez mais intensamente na medida em que se dá a consolidação do capitalismo, isso por conta da mecanização da produção, com a utilização de máquinas cada vez mais eficazes, que apontam no sentido de dispensar força de trabalho e aumentar a produtividade. “Cresce, portanto, a necessidade de diminuir a demanda por força de trabalho, o que leva à busca por novas tecnologias que substituirão paulatinamente o elemento humano no processo produtivo” (CARVALHO, 1997, p.4).

Com o desenvolvimento das sociedades capitalistas, o aspecto político também passa por mudanças consideráveis, pois o poder econômico do Estado-Nação diminui enquanto o poder das empresas de capital privado aumenta. A expansão de empresas multinacionais e transnacionais acaba consolidando o imperialismo dos países desenvolvidos. Giddens (1991) afirma que a autonomia do estado é condicionada, embora não determinada num sentido forte, pela sua dependência da acumulação do capital, sobre a qual o seu controle está longe de ser completo. Carvalho (1997) explica que nesse caso, o papel do Estado pode reduzir-se a questões administrativas, pois as decisões econômicas são tomadas por representantes de grandes corporações.

De acordo com Baumgartem (2003), foi na metade do século XX, que tanto o Norte quanto o Sul do mundo viram o conhecimento científico apresentar-se como elemento decisivo no processo de construção da sociedade capitalista. A produção e acumulação de capital transformaram-se em condicionantes sociais, impondo exigências quanto a orientação dos diversos atores mundiais. Tal processo é associado diretamente ao desenvolvimento da tecnociência.

O embate gerado por essa configuração econômica e tecnológica coloca o conhecimento tecnocientífico no cerne das principais questões mundiais, como se somente esse tipo de conhecimento fosse capaz de suprimir todas as necessidades do desenvolvimento humano. A equação se resume da seguinte maneira: com a Revolução Industrial já consolidada, ciência e tecnologia vieram a se amalgamar, dando origem à tecnociência, o motor do desenvolvimento. Porém, como afirma Oliveira (2004), essa união também pode causar o agravamento de problemas típicos da sociedade moderna.

“A tecnociência passa a ser a co-responsável pelos problemas que afligem a humanidade no presente momento histórico de hegemonia neoliberal: a persistência da miséria, da fome, da violência, e das desigualdades sociais, além da degradação do meio ambiente, com o esgotamento dos recursos naturais”(OLIVEIRA, 2004, p.27)

Tecnociência e capital, intimamente relacionados, estão envolvidos: na definição de agendas de pesquisa a partir de interesses de criação de novos mercados; nas manipulações genéticas atuais que podem ocasionar dramáticas consequências para a biodiversidade; na apropriação privada de organismos vivos que pode resultar no controle do mercado mundial de exportações agrícolas e na criação de mecanismos e instrumentos que levam a destruição em guerras instantâneas, à degeneração da vida e à desestruturação social. (BAUNGARTEM, 2003, p.26)

Uma das principais características dessa cultura tecno-industrial é o fato de ser pautada em uma racionalidade essencialmente instrumental. Essa característica, herdada do paradigma da ciência moderna, coloca a tecnociência no centro das questões econômicas mundiais. Dupas (2000) afirma que o capitalismo global se apossou por completo dos destinos da tecnologia, libertando-a de amarras metafísicas e orientando-a única e exclusivamente para a criação de valor econômico. Os fenômenos da globalização e da terceira revolução industrial passaram a ser os principais catalisadores das transformações sócio-técnicas dentro do mercado produtivo, principalmente no que diz respeito à microeletrônica e nas tecnologias de informação. Segundo Lemos (1999), as inovações tecnocientíficas contemporâneas não foram meros incrementos tecnológicos, mas sim novos paradigmas tecno-econômicos. “Esse tipo de inovação pode representar uma ruptura estrutural com o padrão tecnológico anterior, originando novas indústrias, setores e mercados”. (LEMOS, 1999, p. 124).

1.6 Tecnociência e Globalização: um mundo sem fronteiras

A expansão da economia de mercado gerada pelo desenvolvimento tecnocientífico trouxe a luz um fenômeno largamente comentado na década de 90, denominado globalização. Trata-se de um evento que promoveu a aceleração das comunicações e dos transportes, com a circulação mais eficaz da informação aliada a sensação de encurtamento das distâncias geográficas, a aceleração do tempo, a quebra de fronteiras entre nações e o maior relacionamento entre os povos. De acordo com

Maldonado (1999), a crescente aceleração do desenvolvimento dos meios técnicos coloca-se como a principal razão apontada por aqueles que argumentam que estamos vivendo numa era de crescente globalização. “Tal conceito diz respeito ao suposto caráter crescentemente internacional do processo de geração, transmissão e difusão das tecnologias” (MALDONADO, 1999, p.106).

Isso acabou acentuando a possibilidade de expansão econômica, incentivando trocas comerciais entre nações antes isoladas pela distância e pela comunicação ineficiente. “O capital se internacionalizou, quebrando fronteiras, seja ao colocar nos mercados dos países não desenvolvidos os produtos do mundo industrializado, seja ao instalar empresas em outras regiões que oferecem melhores condições de mercado”. (Carvalho, 1997, p.6). Para Giddens (1991), a globalização promove a intensificação das relações sociais em escala mundial, que acabam por conectar localidades distantes, que podem sentir os efeitos de eventos ocorridos a milhares de quilômetros de distância e vice-versa. Cabe o exemplo:

A prosperidade crescente de uma área urbana em Singapura pode ter suas causas relacionadas, via uma complicada rede de laços econômicos globais, ao empobrecimento de uma vizinhança em Pittsburgh, cujos produtos locais não são competitivos nos mercados mundiais” (GIDDENS, 1991, p.70)

As relações entre o capital global e a tecnologia também ganharam impulso com o aprimoramento de ferramentas midiáticas, com a televisão e a transmissão via Satélite. Giddens (1991) explica que a extensão global das instituições da modernidade seria impossível se não fosse pela concentração de informações representadas pelas notícias. “Os mercados monetários globais envolvem direta e simultaneamente acesso à informação concentrada da parte de indivíduos bastante separados especialmente um dos outros” (GIDDENS, 1991, p.82). O advento da internet, poderosa ferramenta para facilitar e multiplicar a comunicação global entre pessoas e instituições ampliou ainda mais os horizontes comunicacionais. Seu potencial pode ser visto através do comércio eletrônico, que se utiliza das tecnologias de informação para apoiar os processos produtivos e transações de bens e serviços. “O chamado e-commerce permite fortalecer a rede global de produção, comércio e tecnologia e os vínculos internos das corporações em uma ampla gama de situações” (TIGRE, 1999, p.84).

Do ponto de vista econômico, a globalização possibilitou novas práticas de produção, comercialização e consumo de bens e serviços, acirrando ao mesmo tempo a cooperação e a competição entre os agentes, assim como de circulação e de valorização do capital, a partir da maior intensidade no uso de informação e conhecimento nesses processos. Essa perspectiva se apóia em novos saberes e competências, aliados a novos aparatos instrumentais capazes de possibilitar não somente a organização do processo produtivo, mas principalmente, sua inovação.

Para alguns a globalização não passa de uma palavra, uma espécie de grito de guerra das multinacionais, para outros seria mais correto falar de empresas mundiais, onde as preferências dos consumidores e dos clientes tem cada vez mais um caráter universal, para outros ainda globalização dos mercados sintetiza todas as formas de aumento da pressão concorrencial internacional. (BRAUNMANN, 1999, p.16)

De acordo com Lastres e Albagli (1999), são dois os principais elementos que culminaram no processo de globalização: a adesão de um grande número de países a políticas de cunho neoliberal, característica auto-regulativa do mercado; e a ampla difusão das tecnologias de informação e comunicação, que deram agilidade a trocas de informações entre os diferentes atores globais. Cassiolato, Lemos, Maldonado & Vargas (1998), em consonância, afirmam existir uma idéia predominante sobre o termo “globalização”, que é justamente aquela que prega um mundo sem fronteiras com a predominância de um sistema internacional autônomo e socialmente sem raízes, onde os mercados de bens e serviços se tornam crescentemente globais.

Esse “poder autônomo” da economia neoliberal coloca os Estados nacionais em segundo plano, ou quando o caso é um país subdesenvolvido, pode até mesmo causar o anulamento da sua força política, restando somente à aceitação do crescente processo de desenvolvimento das forças econômicas. Suas intervenções se dão no sentido de baixar os custos de produção (legislação trabalhista modificada), garantir a estabilidade da moeda (câmbio), a institucionalização dos ajustes macroeconômicos necessários à livre expansão do capital e impulsionar a revolução tecno-científica e gerencial (BAUNGATEM, 2002). Nesse contexto, as tecnologias de informação e de comunicação estão no centro das mudanças, pois oferecem novos saberes e competências capazes de gerar novos tipos de bens, viabilizando a abertura de espaços no mercado, acirrando a competição e encolhendo o globo.

A financeirização da economia mundial, promovida pela globalização, opera de forma desigual para diferentes países. Esse processo força a abertura de fronteiras e a desregulamentação do trabalho, pois o capital procura espaços para sua valorização, como se fosse algo com vida própria. Humbert (2005) afirma que a promoção neoliberal da globalização representa um apelo ao dismantelamento de todas as barreiras que impedem que os aparatos produtivos de qualquer país possam ingressar na arena tecnológica global. Esse processo acaba empurrando todos os atores globais a integrar-se ao sistema industrial global.

Inseridas dentro do processo capitalista contemporâneos, ciência e tecnologia reforçam valores institucionais voltados para ações de eficácia, progresso, desenvolvimento e liberdade de consumo. Nesse contexto, funda-se uma noção neutra e determinista do processo tecnológico. De acordo com Yanarico (2011), a tecnociência neoliberal integra-se a lógica capitalista para maximizar os ganhos a menor custo, tornando-se, simplesmente, numa força de produção sem prioridades sociais. Acumulando renda em alguns indivíduos sem pátria (os, aparentemente, globalizados) e mantendo miseráveis, tais como a grande maioria da população.

De acordo com Santos (2008), a aliança entre tecnociência e capital global coloca em xeque os processos de inovação tecnológica, que representam as engrenagens do motor do capitalismo. As patentes representam assim a propriedade da tecnologia, mesmo que essa ainda encontre-se em estado intelectual, ou seja, ainda não foi devidamente aplicada. As pesquisas que possuem maior valor são aquelas que podem ser aplicadas, necessariamente, no mercado. Para Baumgartem (2002), a tecnociência passa a ser um poder dominante na sociedade na medida em que se tornou um fator relevante de inovação e desenvolvimento econômico, promovendo a empresarialização da atividade científica. Porém, suas práticas tendem ao segredo e a privatização, incentivando somente o desenvolvimento de políticas neoliberais. Dessa maneira, os processos que envolvem a tecnociência constituem importantes pilares no que diz respeito ao fator econômico. A P&D são os motores da ciência aplicada e transformada em mercadoria. Novamente, Santos (2008), explica que a inovação tornou-se fundamental para afirmar a aliança entre tecnociência e capital global. “O que interessa para o capitalismo de ponta é também o que interessa para a tecnociência”. (SANTOS, 2008, p.2)

Por conta disso, o desenvolvimento tecnocientífico não focaliza essencialmente o bem-estar social (esse aparece somente como uma promessa publicitária), mas sim as possibilidades de enquadramento nas necessidades de mercado, ou até mesmo, na criação de novos mercados. “O “maestro” moderno exemplar da tecnologia é o empreiteiro que focaliza com idéia fixa apenas a produção e o lucro”. (FEENBERG, 2005, p.94). De acordo com Humbert (2005), existe uma arena global industrial onde países tentam colocar-se economicamente à frente, porém, aqueles que passaram por uma industrialização tardia não conseguem interagir suficientemente com os outros, se ressentindo da falta de acesso a equipamentos, produtos e tecnologias para um funcionamento atualizado. “Sob os constrangimentos do seu sistema social de Estado-Nação e na ausência de relacionamentos nutridores do sistema industrial global, esses países podem torna-se pouco a pouco obsoletos”. (HUMBERT, 2005, p.266).

Através de tudo que foi mostrado, percebe-se a conformação de um novo paradigma tecno-econômico, gerido pelas tecnologias da informação e comunicação. Essa é a “nova economia” da Era do Conhecimento. (ALBAGLI e LASTRES, 1999), que acabou gerando novos saberes e competências, aparatos e instrumentos tecnológicos; e produzem novos tipos de bens, viabilizando a abertura de espaços de atuação e mercados, encolhendo o globo e reorganizando o capitalismo em uma escala diferente e ampliada. Para Dosi (1995), essas transformações afetam diretamente a dinâmica econômica. “A conjectura geral é que estamos testemunhando uma transformação secular tecnológica que está afetando os mecanismos básicos de formação econômica da demanda, acumulação, geração de emprego e, juntos, o tecido da sociedade” (DOSI, 1995, p.21). Nesse cenário competitivo, C&T ocupam espaço central dentro das estratégias de mercado.

CAPÍTULO 2

As contribuições da sociologia da ciência para a compreensão do desenvolvimento tecno-científico.

Afora as pessoas que fazem ciência, que a estudam, que a defendem ou que se submetem a ela, felizmente existem algumas outras, com formação científica ou não, que abrem as caixas-pretas para que os leigos possam dar uma olhadela. (Bruno Latour)

Através de abordagem histórica, no capítulo anterior ficou compreendido que a relação do homem com a técnica o ajudou a fabricar ferramentas e utensílios que ampliaram sua força para enfrentar os desafios da sobrevivência. Também foi através da técnica que no século XVII ele desenvolveu a ciência experimental, dando os primeiros passos para uma grande revolução que transformaria a ciência e a tecnologia em motores para o progresso da sociedade. Impulsionando a industrialização e globalizando o capitalismo, essas duas forças acabaram se mesclando e dando origem a tecnociência, termo utilizado dentro do campo da sociologia da ciência para evidenciar as controvérsias e desconfigurações geradas no processo de desenvolvimento científico e tecnológico. Para este segundo capítulo, servindo-se dos conceitos de alguns dos principais autores da sociologia da ciência, como Robert Merton, Charles Pierce Snow, Pierre Bourdieu, Karl Popper, Thomas Kuhn, David Bloor e Bruno Latour, procuramos ampliar nossa compreensão sobre o desenvolvimento da C&T. A intenção agora é priorizar a discussão dentro dos aspectos epistemológicos da ciência, procurando aproximar-se da realidade dos cientistas e dos laboratórios, evidenciando quais as regras, condições e conflitos que permeiam a práxis científica.

2.1 Robert Merton e os imperativos institucionais da ciência

De acordo com Santos (1978), a sociologia da ciência surgiu nos Estados Unidos da América na década de 40, momento em que a ciência começava a ganhar posição social através de uma reação difusa e cada vez mais intensa de hostilidade contra a sua aplicação. Fatores como o desemprego gerado pela tecnologia e a ligação da ciência com a máquina de guerra foram decisivos para que a sociologia voltasse seu olhar para a questão. “Os resultados da aplicação da ciência impediram que o progresso científico continuasse a ser considerado incondicionalmente bom. Criavam-se condições para se perguntar quais as funções sociais da ciência” (SANTOS, 1978, p. 5) Foi nesse contexto

que o sociólogo estadunidense Robert Merton iniciou seu trabalho, ocupando-se em fundamentar os preceitos da sociologia da ciência clássica. Nesse época, Merton procurou demonstrar que aqueles que se dedicam às ciências precisam assumir uma postura de responsabilidade epistemológica com os resultados dos seus estudos, não deixando nenhum aspecto externo/social atrapalhar os resultados da ciência. Dessa maneira, o autor procurou compreender qual seria a atitude científica, através do conceito do *ethos* da ciência (CUPANI, 1998).

De acordo com Merton o *ethos* da ciência é “o complexo de valores e normas efetivamente temperadas que se consideram obrigatórios para o homem da ciência” (MERTON, 1964, p.543). Kropf e Lima (1999) definem o *ethos* da ciência como “o conjunto de crenças e normas institucionalizadas que orientam a prática concreta dos cientistas” (KROPF e LIMA, 1999, p.03). Como normas básicas do *ethos* científico, Merton enuncia os quatro imperativos institucionais da ciência: o universalismo, o comunismo, o desinteresse e o ceticismo organizado. Conhecidos também pela sigla CUDOS são definidos por Santos (1978) e Cupani (1998) da seguinte maneira:

- **Universalismo:** a aceitação e rejeição de uma teoria não deve depender das qualidades pessoais ou sociais de seu autor, dessa maneira, o acesso a ciência deve ser livre para todo aquele que comprova competência. Essa norma condena toda e qualquer forma de subjetivismo e particularismo, consagrando o caráter impessoal da ciência.
- **Comunismo:** as conquistas da ciência são produto da colaboração social, sendo assim, são propriedades de todos. O segredo das descobertas poderia ameaçar o desenvolvimento da ciência, por isso, ao descobridor caberia apenas o reconhecimento e a prioridade de uso de sua descoberta.
- **Desinteresse:** a ciência não deve ser feita através de motivações exclusivamente pessoais, onde o cientista procura adquirir vantagens individuais. O crescimento do saber deve ser voltado para o bem-estar de todos.
- **Ceticismo Organizado:** o cientista deve evitar metodicamente a suspensão de juízos enquanto não se dispõe de comprovação suficiente, conforme critérios empíricos e lógicos. Também deve submeter seu estudo a discussão da comunidade científica.

Para Kropf e Lima (1999) os imperativos de Merton expressam-se enquanto ideais que orientam as ações e comportamento dos cientistas. Ao sancionar certos modos de pensamento e conduta, ainda que não influenciando diretamente os métodos e conteúdos da ciência, os imperativos institucionais funcionam como prescrições morais responsáveis por conferir-lhe legitimidade ao ato científico. Para Santos (1978), os imperativos são simultaneamente morais e técnicos, já que o seu desrespeito conduz não somente a uma indignação moral, mas também pode gerar um processo de disfunção cumulativa, que poderia levar a ciência a um colapso.

2.2 Charles Pierce Snow e as duas culturas: uma aproximação necessária

Dentro dos Estudos em ciência, tecnologia e sociedade (ESTC), uma obra que se tornou um clássico e demarca o início de uma fase de reflexões que iriam servir de referência para a sociologia da ciência é *As duas culturas*, de C.P. Snow (1993). Foi em uma conferência na Universidade de Cambridge que Snow acabou cunhando a expressão “duas culturas”, para caracterizar a contraposição entre a cultura científica e a cultura humanística, o que acabou tocando intelectuais das mais diversas áreas, abrindo espaço para discussões sobre as relações (ou sobre a falta de relação) entre as disciplinas das ciências exatas ou naturais para as humanas e sociais.

Snow era físico por formação, mas tinha um grande gosto por história, filosofia e literatura, onde se dedicou escrevendo uma série de romances. “Por formação, eu era um cientista; por vocação um escritor” (SNOW, 1993, p.17). Sendo ele próprio um homem da ciência, que também se dedicou às letras, transitava pelos dois campos e percebeu que os componentes de cada um deles apresentavam "imagens distorcidas" uns dos outros e dificuldades de comunicação, como resultado de uma especialização excessiva e visão estreita. O autor percebeu que os cientistas, apesar de diferentes segundo o objetivo de sua pesquisa, têm valores, comportamentos, abordagens e suposições comuns. Entre os humanistas, a variação de atitudes seria maior, embora tenham também em comum sentimentos anti-científicos bem como a desconsideração pelo valor da pesquisa do mundo natural e suas conseqüências (KRASILCHIK, 1993).

Num pólo os literatos; no outro os cientistas e, como os mais representativos, os físicos. Entre os dois, um abismo de compreensão mútua - algumas vezes (particularmente entre os jovens) hostilidade e aversão, mas principalmente, falta de compreensão. Cada um tem uma imagem curiosamente distorcida do outro. (SNOW, 1993, p.21)

O que chamou a atenção do estudo de Snow é fato de os humanistas não conhecerem conceitos básicos da ciência, assim como os cientistas não se preocupam com as dimensões psicológicas, sociais e éticas dos problemas de sua ciência. Essa seria a principal fonte dos problemas da produção do conhecimento humano, que estava sendo produzida dentro de “ilhas” que não se comunicavam. Snow propõe a construção de pontes para tornar transponível o que separa as duas culturas, eliminando ou alterando preconceitos mútuos, resultantes de um corporativismo acentuado e defensivo.

Outro ponto crítico citado por Snow é o processo de especialização, que também contribui para o afastamento das disciplinas. De acordo com Oliveira, Nascimento e Rezende (2009), além da criação das “imagens distorcidas” ou de estereótipos, haveria dificuldade de comunicação, isso devido tanto à excessiva especialização desses dois grupos de profissionais, quanto às suas visões fragmentadas sobre o mundo. Snow considerou esta polarização uma ameaça para a criatividade e para o intelecto e “clama por uma mudança educacional que atinja a massa e cultive indivíduos que usufruam e produzam ciência e arte, mas também assumam o dever de minorar o sofrimento de seus contemporâneos” (SNOW, 1993, p. 82).

Serra (2005), em consonância com Snow, afirma que a formação atual de um investigador em física, química ou biologia, dirige-se essencialmente ao desenvolvimento de capacidades técnicas, experimentais ou de cálculo, essenciais para produzir resultados. Na grande maioria dos casos essa formação revela-se incompatível com a aquisição de conhecimentos de outras áreas e, às vezes, mesmo da própria disciplina. Muitos dos cientistas que revelam grande capacidade para resolver problemas de investigação, têm pouca “cultura científica”. Embora a especialização seja um fenômeno de todas as áreas, o saber individual, no caso da literatura ou da filosofia, é construído de forma diferente. Nesses domínios, ao produzir resultados, o investigador alarga os seus horizontes culturais, em vez de restringi-los.

Nesse aspecto, o que está em jogo é como são adquiridos os conhecimentos científicos. Lemke (2006) compreende que os objetivos da educação científica não podem ser apenas técnicos, limitando-se a produzir trabalhadores capacitados e consumidores educados para uma economia global, mas também o de retirar as ciências do isolamento acadêmico, expandindo o universo de ação da aprendizagem dos estudantes nas aulas, nos laboratórios e nos demais ambientes onde se ensina a ciência, chegando aos lugares onde se realizam atividades comunitárias.

A obra *As duas culturas* não escapou de inúmeras críticas, principalmente para aqueles que acharam a leitura de Snow demasiadamente simplista, como Sousa (2011), “Mas o que sabemos sobre a cultura é suficiente para denunciar a simplificação grosseira operada por C. P. Snow, quando reduz a vida intelectual do Ocidente a um conflito-cisão entre cultura literária e cultura científica”. Meis (2002) desconstrói a visão de Snow afirmando que ao longo da história são varias as discordâncias em relação à dicotomia traçada pelo autor, entre elas a do escritor americano John Burroughs, para quem "o verdadeiro poeta e o verdadeiro cientista não se estranham", a de Max Planck, que considera que "o cientistas tem de ter uma imaginação vívida e intuitiva, porque as novas idéias não são geradas por dedução, mas por uma imaginação artística e criativa".

Entre as críticas, alguns estudiosos acharam que a divisão evidenciada em “duas culturas” não alcança a totalidade das divisões de disciplinas. O próprio Snow reconhece, na segunda edição de sua obra intitulada *As duas culturas e um segundo olhar*, a existência de uma “terceira cultura”, a partir de áreas de confluência como história social, sociologia, demografia, ciência política, economia, psicologia, medicina e arquitetura (KRASILCHIK, 1993). Os representantes da “terceira cultura” seriam literatos ou humanistas com um bom conhecimento de ciência e com boa capacidade para se comunicar com grandes audiências, sendo capazes de fazer a ponte entre as duas culturas (SABBATINI, 1999).

Crato (1998) afirma que nas últimas três décadas representantes da “terceira cultura” tem protagonizado um novo fenômeno dentro do contexto da ciência. Trata-se da explosão da literatura de divulgação científica, assinada por alguns dos maiores nomes da ciência contemporânea. As obras de Carl Sagan, de Stephen Jay Gould, de Roger Penrose e de António Damásio, por exemplo, tornaram-se populares. O autor afirma que essas obras não se limitam a explicar as conquistas da ciência, mas desempenham um papel muito mais importante, que é o de chamar o público para o centro de debates científicos, colocando o assunto no centro da vida cultural.

As inúmeras críticas feitas por mais diversos autores não conseguiram diminuir a importância da obra de Snow, que mesmo de forma simplista, conseguiu colocar em pauta a discussão sobre as diferenças entre as ciências e as humanidades, abrindo um proficuo campo de discussões para os ECTS.

2.3 Pierre Bourdieu e os usos sociais da ciência

Outro autor que contribuiu significativamente para os ECTS foi Pierre Bourdieu. Em sua obra *Os usos sociais da ciência – para uma sociologia clínica do campo científico*, Bourdieu questiona quais são os usos sociais da ciência, e se é possível fazer uma ciência da ciência, “uma ciência social da produção da ciência, capaz de descrever e de orientar os usos sociais da ciência?” (BOURDIEU, 2004, p.18) Ao formular a noção de “campo”, o autor procura escapar do estigma da “ciência pura”, totalmente livre de qualquer necessidade social, e da “ciência escrava”, sujeita a todas as demandas políticas e econômicas. O campo é o “universo no qual estão inseridos os agentes e as instituições que produzem, reproduzem ou difundem a arte, a literatura ou a ciência” (BOURDIEU, 2004, p.20). Os campos são resultados de processos de diferenciação social, da forma de ser e do conhecimento do mundo e o que dá suporte são as relações de força entre os agentes (indivíduos e grupos) e as instituições que lutam pela hegemonia, isto é, o monopólio da autoridade, que concede o poder de ditar as regras e de repartir o capital específico de cada campo (BOURDIEU, 1983).

Para Araújo, Alves e Cruz (2009), um dos aspectos mais interessantes da obra de Bourdieu é justamente essa fecunda crítica aos meios científicos. Ao procurar debater os interesses e valores que envolvem a produção científica, o sociólogo demonstra as relações de poder e de dominação existentes também no campo da ciência, descaracterizando a possibilidade de uma ciência neutra, interessada apenas no seu progresso. Há dentro dela uma disputa constante pela conquista da legitimidade. Essa hierarquia institucionalizada define a posição de cada um dos agentes. "Os julgamentos sobre a capacidade científica de um estudante ou de um pesquisador estão sempre contaminados, no transcurso de sua carreira, pelo conhecimento da posição que ele ocupa nas hierarquias instituídas (as grandes escolas, na França, ou as universidades, por exemplo, nos Estados Unidos)" (BOURDIEU, 1983, p.124). Essa estrutura hierárquica é determinada pela distribuição daquilo que Bourdieu chama de “capital científico”, uma espécie particular de capital simbólico conquistado através de reconhecimento atribuído pelos pares, número de citações em artigos ou prêmios.

Esse capital, de um tipo inteiramente particular, repousa, por sua vez, sobre o reconhecimento de uma competência que, para além dos efeitos que ela produz e em parte mediante esses efeitos, proporciona autoridade e contribui para definir não somente as regras do jogo, mas

também suas regularidades, as leis sobre as quais vai se distribuir os lucros nesse jogo, as leis que fazem que seja ou não importante escrever sobre tal tema, que é brilhante ou ultrapassado. (BOURDIEU, 2004, p. 27).

O volume do capital científico dos agentes determina a estrutura do campo, porém, existe uma luta interna para conservar ou para transformar certas noções. Araújo, Alves e Cruz (2009) afirmam que o campo científico é um espaço em que pesquisadores disputam o monopólio da competência científica, cujo funcionamento pode ser comparado a um jogo, onde os princípios do funcionamento são dominados por seus participantes. Aqueles que ocupam posições favorecidas, ou seja, que possuem maior capital científico, tendem a conservar a estrutura, pois assim, conservam sua posição. Para os outros agentes restam duas opções: ou entram em conformidade com as regras do jogo impostas pelo campo, procurando adquirir mais capital científico, ou tentam quebrar sua hegemonia, tentando modificar sua estrutura de acordo com suas disposições. Sobre essa questão, Martins (1987) observa que o que ocorre mais freqüentemente é que os que possuem menos volume, e/ou encontram-se despossuídos da espécie de capital exigido pelo campo, tendem a tomar posições de contestação em relação à estruturação das relações de poder e, em decorrência disto, a desenvolverem estratégias de transformação.

Segundo Kropf & Ferreira (1998), na concepção de Bourdieu, a idéia de um capital científico permite justamente compreender como os cientistas se posicionam desigualmente no campo científico. A partir destas posições, eles assumem diferentes movimentações nesse campo, investindo seu capital científico de forma a ocupar novas posições. Nesse sentido, as posições iniciais dos cientistas nesse jogo de forças que constitui o campo da ciência são muito relevantes, pois suas pesquisas dependem do capital acumulado. O que Bourdieu alerta é que esse jogo de conquistas dentro do campo freqüentemente é travado fora dos preceitos científicos. “Nada é mais funesto, com efeito, do que a “politização” no sentido corrente do termo, do campo científico e das lutas que ai se desenrolam [...] fazendo intervir poderes externos nas lutas internas, eles impedem o pleno desenvolvimento das trocas racionais” (BOURDIEU, 2004, p. 68). É nesse momento que forças não-científicas acabam interferindo nas lutas científicas, ou seja, as normas do próprio campo são subvertidas por forças e pressões externas.

“De fato, o mundo da ciência, como o mundo econômico, conhece relações de força, fenômenos de concentração de capital e do poder ou mesmo de monopólio, relações sociais de dominação que implicam uma apropriação dos meios de produção e de reprodução, conhece também lutas que, em parte, têm por móvel o controle dos meios de produção e reprodução específicos, próprios do subuniverso considerado (BOURDIEU, 2004, p. 34).

Outro ponto que fundamenta a crítica de Bourdieu ao desenvolvimento científico é sua ligação com o campo econômico. Segundo o autor, o processo que se inicia na invenção e culmina na inovação depende de questões econômicas, o que acaba criando alguns conflitos ideológicos entre os grupos de pesquisa. As diferentes disciplinas científicas têm necessidade de recursos econômicos para se manter, assim, alguns pesquisadores são convertidos em administradores científicos e podem, por intermédio do controle dos recursos, “exercer sobre a pesquisa um poder que se pode chamar de tirânico, uma vez que não encontra seu princípio na lógica específica do campo” (BOURDIEU, 2004, p. 41). Dessa maneira, Bourdieu propõe que sejam instaurados dispositivos de discussão coletivas para reorganizar as estruturas para tornar o desenvolvimento científico menos hierárquico e menos dependente de fatores políticos e econômicos.

2.4 Karl Popper e o conceito de falseabilidade

O filósofo austríaco Karl Popper desenvolveu sua linha de pesquisa dentro do *racionalismo crítico*, que se ocupa de questões relativas à epistemologia. Para Popper, o problema central da filosofia da ciência reduz-se em grande parte àquilo que ele designa do problema da *demarcação*, isto é, a tentativa de estabelecer um critério que permita distinguir as teorias científicas da metafísica e/ou da pseudociência. A intenção de Popper em promover essa demarcação é compartilhada pelo *positivismo lógico* do círculo de Viena², porém, o autor busca um caminho distinto. Enquanto os representantes de círculo de Viena têm a linha de pesquisa baseada no pensamento empírico tradicional (positivista), restringindo o conhecimento à racionalidade da ciência, e com isso procurando distinguir o saber científico do metafísico, Popper se afasta da ambição positivista tradicional de instituir critérios de sentido que excluam ou

² Segundo Carvalho (1991), o grupo fundado na década de 20, conhecido sob o nome de Círculo de Viena, fundamentou uma das mais influentes correntes filosóficas e epistemológicas de nosso tempo: o Empirismo Lógico (conhecido também como Positivismo Lógico ou Neopositivismo). Seus principais integrantes foram: Moritz Schlick, Rudolf Carnap, Otto Neurath, Hans Hahn etc.

marginalizem quaisquer domínios de saber (em especial o metafísico), já que a problematidade germina por todas as áreas do conhecimento e da ação dos homens.

O racionalismo crítico de Popper defende a concepção de que todo o conhecimento é falível e corrigível, sendo uma manifestação teórica provisória. Para Stubert (2007), Popper fundamenta a idéia de que as teorias, leis e quaisquer outros enunciados universais que estão presentes no discurso científico não podem ser verificados ou confirmados empiricamente, pois tais enunciados são meras conjecturas sujeitas à refutação pela experiência. Para comprovar sua tese, Popper precisava resolver o chamado *problema da indução*. “O problema da indução também pode ser apresentado como a indagação acerca da validade ou verdade de enunciados universais que encontrem base na experiência, tais como as hipóteses e os sistemas teóricos das ciências empíricas” (POPPER, 1985, p. 28). Os indutivistas acreditavam ser possível justificar logicamente a obtenção das leis, das teorias científicas a partir dos fatos. Assim, utilizando-se da lógica indutiva, seria possível chegar às leis universais, ou seja, às teorias científicas. Ao tratar do *problema da indução*, Popper questionou se existem leis universais verdadeiras, e se é possível alegar que alguma teoria possa ser verdadeira a partir de resultados experimentais ou observações. A resposta de Popper é negativa, pois não importa o número de resultados experimentais ou observações que se tenha, não é possível justificar a veracidade de uma teoria, pois a lógica dedutiva não retransmite a verdade.

Ora, está longe de ser óbvio, de um ponto de vista lógico, haver justificativa no inferir enunciados universais de enunciados singulares, independentemente de quão numerosos sejam estes; com efeito, qualquer conclusão colhida desse modo sempre pode revelar-se falsa; independentemente de quantos cisnes brancos possamos observar, isso não justifica a conclusão de que todos os cisnes são brancos" (POPPER, 1985, p. 27/28).

Silveira (1996), afirma que para Popper o confronto da teoria com as asserções de teste nunca é direta; há necessidade de se combinar as leis universais com condições específicas e derivar dedutivamente hipóteses ou conclusões com baixo nível de generalidade. Estas podem, em princípio, serem confrontadas com os fatos. Se os fatos apoiarem as conclusões, se as conclusões forem dadas como verdadeiras, não há retransmissão da verdade para as hipóteses com alto nível de generalidade (as leis universais).

Assim, Stubert (2007), afirma que o trabalho de Popper tenta conciliar as seguintes teses: (i) o objetivo da ciência é oferecer explicações causais, isto é, mostrar que os eventos se conformam a certas leis e que podem ser preditos dedutivamente; (ii) a ciência deve seguir uma metodologia falseacionista, ou seja, a atitude racional do cientista não é procurar confirmar suas teorias, mas tentar falseá-las com base na experiência; (iii) a ciência não pode ostentar explicações definitivas, pois o mundo que ela procura descrever é indeterminado, ou seja, não é necessariamente causal e sujeito a leis precisas, e mesmo porque esta dificuldade não pode ser superada por teorias científicas mais abrangentes e pela determinação de condições iniciais mais precisas, pois há, segundo Popper, acontecimentos que não são predeterminados.

Ainda especificamente sobre o conceito de falseabilidade, Popper compreende que "O método da ciência é o método de conjecturas audazes e engenhosas seguidas de tentativas rigorosas de falseá-las" (POPPER, 1982, p.83). Dessa maneira só sobrevivem às teorias mais aptas, sendo uma falácia afirmar que uma teoria é verdadeira. Pode-se dizer com otimismo que é a melhor disponível, que é melhor que qualquer das que existiam antes. Popper considera que a ciência é um conjunto de hipóteses que se propõem a modo de ensaio com o propósito de descobrir ou explicar de um modo preciso o comportamento de algum aspecto do mundo ou universo. No entanto, nem todas as hipóteses o conseguem. Há uma condição fundamental para que qualquer hipótese tenha o estatuto de teoria científica ou lei científica, essa hipótese tem de ser falsificável.

2.5 Thomas Kuhn e a estrutura das revoluções científicas

Os trabalhos de físico estadunidense Thomas Kuhn sobre a história e sociologia da ciência tornaram-se um marco no estudo do processo de desenvolvimento científico. Kuhn ficou conhecido em 1962, com a publicação do livro *A Estrutura das Revoluções Científicas*, obra que repercutiu largamente na comunidade acadêmica, tanto que em 1970, Kuhn apresentou um pós-escrito dessa mesma obra com algumas idéias reavaliadas e modificadas. A teoria central de Kuhn afirma que o conhecimento científico não cresce de modo contínuo e cumulativo, mas sim ao contrário, de forma descontínua, através de saltos qualitativos, dessa maneira, o autor evidencia fatores psicológicos e sociológicos na organização do trabalho científico. A teoria de Kuhn representa um golpe na imagem da ciência, que foi consolidando desde o século XVIII, que tende a identificar a cientificidade com a mais perfeita expressão da racionalidade.

A leitura de Kuhn privilegia os aspectos históricos e sociológicos na análise da prática científica, desvalorizando os aspectos lógico-metodológicos que ainda encontra-se no discurso da epistemologia clássica. Para Carvalho (1991), nem o empirismo lógico e nem as teorias de Popper são capazes de oferecer uma compreensão adequada da ciência. Sendo esta um fenômeno histórico, só pode ser adequadamente apreendida por uma teoria que leve em conta sua dimensão histórica. Kuhn foi o primeiro a compreender e teorizar a ciência nesse sentido.

O autor divide o desenvolvimento científico de uma disciplina particular em dois grandes componentes: ciência normal e revolução científica. Durante os períodos de ciência normal, os cientistas concordam acerca dos fundamentos de sua disciplina e o seu trabalho se dá no sentido de articular esses fundamentos e de ampliar sua aplicabilidade. “A ciência normal, atividade na qual a maioria dos cientistas emprega inevitavelmente quase todo o seu tempo, é baseada no pressuposto de que a comunidade científica sabe como é o mundo” (KUHN, 2009, p.24). Em obra posterior, Kuhn (2006, p.23) afirma metaforicamente que “a ciência normal é aquilo que produz tijolos que a pesquisa científica está sempre adicionando ao crescente acervo de conhecimento científico”. Outra característica da ciência normal é seu caráter conservador. “A ciência normal suprime as novidades fundamentais, porque estas subvertem necessariamente seus compromissos básicos” (KUHN, 2009, p.24).

Interligado com o conceito de ciência normal, Kuhn (2009) desenvolve também o conceito de paradigma, que segundo o autor, são as realizações científicas universalmente conhecidas, que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade praticante de uma ciência. Em suma, paradigma é toda a constelação de crenças, valores e técnicas partilhadas pelos membros de uma comunidade determinada. Para se compreender um paradigma dentro da ciência, é preciso fazer uma investigação histórica da especialidade, isso irá revelar “um conjunto de ilustrações recorrentes e quase padronizadas de diferentes teorias nas suas aplicações conceituais, instrumentais e na observação. Esses são os paradigmas da comunidade, revelados nos seus manuais, conferências e exercícios de laboratório” (KUHN, 2009, p.67). Kuhn ainda afirma que o estudo dos paradigmas é o que prepara basicamente o estudante para ser membro da comunidade científica determinada na qual atuará mais tarde.

“Homens cuja pesquisa esta baseada em paradigmas compartilhados estão comprometidos com as mesmas regras e padrões para a pratica

científica. Esse comprometimento e o consenso aparente que produzem são pré-requisitos para a ciência normal, isto é, para a gênese e a continuação de uma tradição de pesquisa determinada”. (KUHN, 2009, p.30).

Como já foi dito, as realizações da ciência normal são reconhecidas durante algum tempo pela comunidade científica específica, vivenciado por seus representantes e relatada pelos manuais científicos, mas elas possuem certa vulnerabilidade quando novos preceitos demonstram sua falibilidade. Nesse momento, pode ocorrer aquilo que Kuhn chama de revolução científica. No período de revolução científica, acontece o debate entre alternativas rivais, no qual os participantes de cada escola baseiam seu discurso em conjuntos diferentes de fundamentos. Nesse momento a ciência normal começa a se desorientar e mostrar-se ineficiente para a resolução dos problemas que antes pareciam passíveis de serem resolvidos.

“E quando isso ocorre – isto é, quando os membros da profissão não podem mais esquivar-se das anomalias que subvertem a tradição existente da prática científica – então começam as investigações extraordinárias que finalmente conduzem a profissão a um novo conjunto de compromissos, a uma nova base para a prática da ciência. Os episódios extraordinários nos quais ocorre essa alteração de compromissos profissionais são denominados de revoluções científicas. (KUHN, 2009, p.24)

São as revoluções científicas que comprovam a teoria de Kuhn de que o conhecimento científico não é cumulativo, mas sim produz “saltos” para novas compreensões, tornando as antigas compreensões obsoletas. “Quando mudanças referenciais desse tipo acompanham mudanças de leis ou de teoria, o desenvolvimento científico não pode ser inteiramente cumulativo. Não se pode passar do velho para o novo simplesmente por um acréscimo ao que já era conhecido” (KUHN, 2006, p.25). Assim, a revolução científica causa uma ruptura dentro do campo, que agora precisa de novos subsídios teóricos para se sustentar. “As revoluções científicas são os complementos desintegradores da tradição à qual a atividade da ciência normal está ligada”, forçando “[...] a comunidade a rejeitar a teoria científica aceita em favor de uma outra incompatível com aquela” (KUHN, 2009, p. 25).

Uma leitura superficial da teoria das revoluções científicas de Kuhn pode levar a constatação de que tanto a ciência normal quanto a revolução científica causam mudanças, o que invalidaria o conceito de paradigmas. Porém, a questão chave é a diferença dessa mudança. Enquanto as mudanças da ciência normal resultam em

crescimento, acréscimo e adição cumulativa ao que era antes conhecido, as mudanças revolucionárias “envolvem descobertas que não podem ser acomodadas nos limites dos conceitos que estavam em uso antes de elas terem sido feitas” (KUHN, 2006, p.25). Acontece nesse momento uma mudança nos padrões científicos, abrindo um novo campo a ser desbravado.

O processo de passagem/ruptura da ciência normal (paradigma vigente) para a revolução científica (novo paradigma) acontece, segundo Kuhn, através de algumas fases. De início, com a ciência normal, os cientistas atuam dentro de um dado paradigma que é compartilhado por toda a comunidade científica. Nesse momento, os cientistas avançam, somente dentro dos problemas que o paradigma assumido permite detectar. Dentro desse processo, eles experimentam dificuldades ou problemas que, por vezes, o paradigma não consegue resolver, evidenciando aquilo que Kuhn denomina "anomalias". Quando as anomalias se tornam recorrentes, instala-se uma crise que só será resolvida pela emergência de um novo paradigma. É nesse momento que ocorre a revolução científica, com a mudança na forma de olhar o real, criando-se um novo paradigma. Após a adoção do novo paradigma, inicia-se um período de ciência normal até que uma nova crise se instale. Esse processo pode ser visualizado no esquema proposto por Chalmers (1997, p. 124):

ciência normal => anomalia => crise => revolução => nova ciência normal => novas anomalias => nova crise =>...

2.6 O Programa Forte da sociologia do conhecimento

As perspectivas teóricas de Thomas Khun e Karl Popper inspiraram fortemente a criação da escola denominada Programa Forte da sociologia do conhecimento, oriundo da Escola de Edimburgo. Essa corrente de estudos surgiu nos anos 70 com David Bloor e Barry Barnes, que em linhas gerais procuraram descobrir as causas que levam os distintos grupos sociais, em distintas épocas, a selecionar diferentes aspectos da realidade com o objetivo de estudo e explicação científica. Para Baptista (2009) os pressupostos desse programa serviram de base para o desenvolvimento dos aportes teórico-metodológicos de várias vertentes dos chamados estudos sociais da ciência e da tecnologia, ou sócio-técnicos, que delinearam um novo paradigma no campo de estudos sobre a ciência, ao estudá-la na sua prática e conteúdo. Nesse sentido, destacam-se os

estudos de laboratórios (etnográficos) e os de controvérsias sócio-técnicas. Esses estudos da ciência procuram delinear o desdobramento cotidiano da ciência, comparando-a a qualquer outro fenômeno social, passível de ser observada, descrita e analisada.

De acordo com Santos (2010) o Programa Forte centra-se tradicionalmente nos estudos dos antecedentes ou condicionantes sociais da ciência. Baseando-se na interpretação da obra de Thomas Kuhn, que traz para dentro da atividade científica os aspectos históricos e sociológicos que a condicionam e quebra a visão de desenvolvimento linear e cumulativo da ciência com sua teoria dos paradigmas. Segundo López Cerezo (1998), a tradição investigativa desse programa possui caráter acadêmico, com vários enfoques, como por exemplo, o construtivismo social de H. Collins, a teoria ator/rede de Bruno Latour, os estudos de reflexividade de Steve Woolgar.

O Programa Forte representou uma tentativa de naturalização da epistemologia com base na análise sociológica, tentativa esta que pretendia deixar para trás o ponto de vista normativo e apriorístico da velha epistemologia. Nessa perspectiva, não apenas os erros mas também os acertos da investigação científica deviam ser explicados sociologicamente. (GUSMÃO, 2011, p.222)

Para Kropf e Ferreira (1998), o Programa Forte pretendeu empreender uma análise sociológica dos conteúdos do conhecimento científico, rompendo assim com uma tradição de estudos sociais da ciência restrita à investigação das relações entre cientistas e dos aspectos institucionais da atividade científica. Esse rompimento com a sociologia do conhecimento tradicional, nesse caso representada pelos estudos de Merton sobre a ciência, vão fazer com que os representantes do Programa Forte se recusem a uma divisão de tarefas com os epistemólogos normativos, divisão na qual caberia aos últimos a explicação do sucesso da investigação científica.

De acordo com Rodrigues Júnior (2002), a principal preocupação do Programa Forte é colocar-se contra a cisão realizada pelos conceitos “contexto da descoberta” e “contexto da justificação” ou, gênese e validade do conhecimento, formulados pelo Positivismo Lógico. Dessa maneira, ele é ancorado em quatro princípios: causalidade, imparcialidade, simetria e reflexividade. Estes valores significam que a abordagem deverá se interessar pelas condições que ocasionam os estados de conhecimento; ser imparcial em relações a dicotomias como racionalidade e irracionalidade; considerar que os mesmos tipos de causa deverão explicar crenças verdadeiras e falsas; e seus

padrões de investigação terão que ser aplicáveis à própria Sociologia. Rodrigues Júnior (2002) enumera os quatro princípios da seguinte maneira:

- Causal, ou seja, interessada nas condições que propiciam as crenças ou estados de conhecimentos, uma vez que haverá outras causas, além das sociais, que cooperam para o surgimento de tais crenças;
- Imparcial no que diz respeito à verdade e à falsidade, à racionalidade ou à irracionalidade, ao sucesso ou ao fracasso; ambos os pólos destas dicotomias deverão ser explicados;
- Simétrica em seu estilo de explicação; os mesmos tipos de causas devem ser utilizados para relatar e explicar crenças verdadeiras e falsas;
- Reflexiva, uma vez que o padrão de explicação deve ser aplicado à própria sociologia; como um requerimento de simetria esta é a resposta à necessidade científica de buscar por explicações que sejam passíveis de generalizações.

2.7 Bruno Latour e a ciência em ação: abrindo a caixa-preta

Sem dúvida, um dos autores que mais contribuíram para a compreensão dos aspectos sociais do desenvolvimento científico foi Bruno Latour. Todos os autores apresentados até aqui desenvolveram a base da sociologia da ciência, mas Latour foi mais longe, inserindo-se dentro dos laboratórios para analisar de perto aquilo que outros autores haviam teorizado. Embora nem todo o conhecimento científico seja produzido dentro de laboratórios, é nesse espaço que exprime-se a atividade científica moderna. Ao compreender isso Latour inseriu-se dentro dos ambientes de laboratórios, desenvolvendo significativas contribuições teóricas para o entendimento da produção da ciência. Destacam-se duas obras em especial: *A vida de laboratório*, produzida juntamente com Steve Woolgar e a obra *Ciência em ação*.

Em *A vida de laboratório*, Latour e Woolgar adentram ao Laboratório de Neuroendocrinologia do Instituto Salk, na Califórnia, e se deparam com uma cultura totalmente estranha, e assim, assumem a clássica posição de etnógrafos. A etnografia, técnica que consiste no estudo de um objeto por vivência direta da realidade onde tal objeto encontra-se inserido, serviu como base para que os dois sociólogos promovessem seus estudos ao lado dos cientistas, no ato em que o conhecimento científico é concebido. Para Kropf e Ferreira (1998), o caráter microscópico e artesanal da pesquisa

de campo tem sido apontado como um dos aspectos mais inovadores do ponto de vista do tratamento da ciência proposto pela obra em questão, por se diferenciar radicalmente dos estudos de natureza historiográfica e/ou sociológica que se baseavam estritamente em fontes textuais sem a observação direta da prática científica em curso. Com base no procedimento etnográfico, os autores constataam que um observador que entra no laboratório confronta-se “com uma estranha tribo que passa a maior parte de seu tempo codificando, lendo e escrevendo” (LATOUR, WOOLGAR, 1997, p.42), o que lhes permite definir o laboratório como um “sistema de inscrição literária” (LATOUR, WOOLGAR, 1997, p. 46).

Outro aspecto que chamou a atenção de Latour foi o instrumental do Laboratório. Mattedi (2007) afirma que o que parece definir um laboratório para Latour é o tipo de orientação ou direcionamento conferido aos equipamentos, na medida em que o laboratório apropria-se do gigantesco potencial produzido por dezenas de outros domínios de pesquisa, tomando emprestado um saber já instituído e incorporado nos aparelhos e nas manipulações. Mas efetivamente o que Latour buscava era uma compreensão mais substancial das questões para as quais se direciona o esforço analítico dos estudos de Laboratório, o que exige que se vá além de uma concepção instrumental e que se adote uma concepção reflexiva da etnografia, que é o que efetivamente representa o principal propósito de seu esforço (KROPF e FERREIRA, 1998). Dessa maneira, o estudo etnográfico do laboratório seria uma ocasião para investigar a atividade científica como uma prática social especialmente pertinente ao propósito de gerar informações sobre os processos sociais de raciocínio e argumentação em geral.

Latour e Woolgar procuram determinar como os pesquisadores convencem os outros da importância de seus projetos. Para Latour, a resposta parece encontrar-se no fato que os “outros estão persuadidos que não estão persuadidos, de que não há intermediação entre o que é dito e a realidade” (LATOUR, WOOLGAR, 1997, p. 68). Com isso, Latour procura compreender como funciona a prática de persuasão científica, voltando suas atenções para a produção de artigos científicos. Para avaliar o grau de facticidade dos enunciados, Latour estabeleceu um esquema de classificação dos enunciados em 5 tipos distintos. Os enunciados do Tipo 5 são os enunciados tidos como adquiridos e que nunca surgiam nas discussões; os enunciados do Tipo 4 constituem um protótipo da afirmação científica; os enunciados do Tipo 3 compreendem conceitos emitidos sobre outros enunciados; os enunciados do Tipo 2 dizem respeito mais a

afirmações do que fatos aceitos, ou seja, enunciados no qual se insiste sobre a generalidade dos dados que se dispõe; os enunciados do Tipo 1 contem conjecturas e especulações. É desta forma que atividade de pesquisa pode ser descrita como uma espécie de luta constante para produzir e fazer aceitar certos tipos particulares de enunciados (MATTEI, 2007).

O argumento central proposto por Latour e Woolgar é que a ciência não se distingue de outras práticas sociais. A aparente superioridade cognitiva derivada da racionalidade científica é um postulado epistêmico falso, já que o cientista, como qualquer outro ator social, é alguém que se utiliza de estratégias persuasivas para garantir a aceitação dos seus enunciados. O princípio metodológico que informa tal perspectiva é o da simetria, ou seja, a idéia de que tanto o enunciado científico "verdadeiro" quanto o "falso" assumem tais atributos não por suas qualidades internas distinguidas pelo "bom" ou "mau" uso do método científico, mas em função de um processo social de convencimento que possibilitou que eles fossem reconhecidos enquanto tais (KROPF e FERREIRA, 1998). Dessa maneira a verdade científica é construída através de uma engenhosa disputa entre os pares, sendo que aquele que conseguir dar maior ênfase ao seu experimento, consegue impor a verdade.

Em sua obra *Ciência em ação*, Latour desenvolve o conceito de caixa-preta, onde o conhecimento científico se desenvolve pela progressiva construção de “fatos científicos”, que são como caixas-pretas cuja verdade ou adequação é dada como certa para os que a utilizam. O que confere ou não a validade a tais caixas-pretas não são suas qualidades intrínsecas iniciais, mas seu uso progressivo, mediante o tempo e o espaço, por um número cada vez maior de pessoas (SCHWARTZMAN, 1997). Outro aspecto descrito por Latour sobre as caixas-pretas é que independente de seus conteúdos, elas devem ter a funcionalidade, é por isso que certos sistemas científicos não são questionados, portanto que dêem certo. Dessa maneira, tem-se uma caixa-preta, onde seu funcionamento não é importante, mas sim “o que nela entra e do que dela sai”. (LATOUR, 2000, p.8)

Latour escreve seu livro *Ciência em Ação* justamente para demonstrar a importância em se abrir as caixas-pretas para tentar compreender aquele emaranhado de informação que gera uma verdade quase que inquestionável simplesmente pelo fato de “dar certo”. Para Freitas (1998), Latour ironiza a ciência ao propor que para saber qualquer coisa importante sobre ela é necessário saber como os cientistas lutam para

construir e usar as "caixas-pretas" que lhes convêm e destruir as "caixas-pretas" que não lhes convêm.

Afora as pessoas que fazem ciência, que a estudam, que a defendem ou que se submetem a ela, felizmente existem algumas outras, coro formação científica ou não, que abrem as caixas-pretas para que os leigos possam dar uma olhadela. Apresentam-se com vários nomes diferentes (historiadores da ciência e da tecnologia, economistas, sociólogos, professores de ciências, analistas de política científica, jornalistas, filósofos, cientistas e cidadãos interessados, antropólogos cognitivos ou psicólogos cognitivos), tendo na maioria das vezes em comum o interesse por algo que é genericamente rotulado "ciência, tecnologia e sociedade". (LATOUR, p.34, 2000)

Os estudos de Latour fecham um importante ciclo nos estudos sociais da ciência, que num primeiro momento, com Merton, Bourdieu, Kuhn e os demais autores já citados, procuram teorizar as influências sociais da prática científica, mas que num segundo momento, através dos estudos etnográficos, buscam uma aproximação com a realidade e com o cotidiano dos cientistas. Ao propor que se abram as "caixas-pretas", Latour instiga todas as comunidades de interesse a compreender os processos de C&T e P&D, para que possam participar de forma ativa e democrática nas tomadas de decisões sobre o assunto.

CAPÍTULO 3

As controvérsias sócio-técnicas: a tecnociência como um risco eminente para a sociedade moderna

Quantos perigos! Quantas falsas estradas, na investigação das ciências? Por quantos erros, mil vezes mais perigosos do que a verdade, não será útil, não será preciso passar para alcançá-la? (Jean Jacques Rousseau, século XVIII)

Nos capítulos anteriores compreendemos que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia está intimamente ligado ao capital global, o que acaba influenciando os rumos da P&D, que passa a ser guiada pela lógica do mercado, que nem sempre está em consonância com as necessidades humanas. Também analisamos as teorias de autores da sociologia da ciência para compreender que a prática científica não depende somente das regras epistemológicas, mas também depende de regras sociais, que muitas vezes são construídas de acordo com a conveniência de certos grupos que praticam a ciência. Para o terceiro capítulo, baseando-se na Sociologia do Risco de Ulrich Beck, procuramos evidenciar que existe um estado de alerta compartilhado pela humanidade com relação ao desenvolvimento desenfreado da C&T. Temas como guerras e acidentes nucleares, o uso irresponsável de inseticidas, a crescente poluição e depredação do meio ambiente, o subdesenvolvimento e a cultura do desperdício serão abordados nessa sessão para evidenciar o caráter nocivo da C&T.

3.1 A humanidade em estado de alerta

Em comparação com outros períodos da história humana, é inegável que a modernidade relaciona-se com certos tipos de evolução, sejam elas no âmbito humano ou no material. De acordo com Hobsbawn (1994), nesse início de século, a população da terra encontra-se mais bem-alimentada e longeva que as gerações anteriores. O mundo está incomparavelmente mais rico que em outras épocas. “Não fora assim, não teria conseguido manter uma população global muitas vezes maior que jamais antes na história do mundo” (HOBSBAWN, 1994, p.15). A capacidade de produção de bens e de serviços cresce e multiplica-se exponencialmente. O padrão de vida dos países desenvolvidos aparece como modelo para os demais. A humanidade encontra-se mais culta, com a maioria dos seus habitantes alfabetizada. Esse é o mundo repleto de tecnologias revolucionárias e triunfos da ciência.

Dentre os avanços científicos pode-se citar: o desenvolvimento da comunicação, que possibilitou maior interação entre o mundo; o desenvolvimento dos meios de transporte com veículos capazes de alcançar grande velocidade e trafegar grandes distâncias em pouco tempo; as viagens espaciais que levaram o homem até a lua; a cibernética, a automação e a computação; o desenvolvimento de novos estudos nas áreas da medicina, saúde e educação; a grande evolução da agricultura, que possibilitou grandes produções dos mais diversos tipos de alimentos; fontes poderosas de energia como a nuclear e a solar e tecnologias como a do telefone, do rádio, da televisão e da internet.

Como deveria ser natural, esperava-se que essa realidade trouxesse um pouco mais de tranquilidade e serenidade para a geração atual, no entanto, o que se percebe é um estado de inquietação. Com o poder do homem ampliado pela tecnologia, conseqüentemente criam-se novos perigos e riscos de utilizar tal poder de maneira irresponsável. A construção e utilização de armas de destruição em massa, nucleares ou químicas, os efeitos do crescente desmatamento ambiental, as manipulações genéticas e a nanotecnologia colocam estudiosos das ciências sociais em estado de alerta. Boaventura de Sousa Santos já havia dito em 1988, que “através de uma reflexão mais rigorosa dos limites científicos combinada com os perigos cada vez mais verossímeis de catástrofes ecológicas ou de guerras nucleares, provocam o temor de que o século XXI termine antes mesmo de começar” (SANTOS, 1988, p.46). Na mesma linha de raciocínio, Feenberg (2003) afirma: “Mas quando o século XX avança das guerras mundiais para os campos de concentração e para catástrofes ambientais, fica mais difícil ignorar a estranha falta de sentido da modernidade” (FEENBERG, 2003, p. 145). Dupas (2001) também reforça esse posicionamento ao dizer que são ao mesmo tempo espetaculares e preocupantes os efeitos dos avanços da técnica que “rompem, inauguram e voltam a romper sucessivamente vários paradigmas dentro de uma lógica de competição exacerbada, de deslumbramento diante da novidade tecnológica e de ausência total de valores e normas éticas” (DUPAS, 2001, p.24). Essa inquietação é causada pela possibilidade do uso irresponsável das novas tecnologias, sejam elas ligadas a devastação ambiental, quanto àquelas ligadas a confecção de armas de destruição em massa.

De acordo com Giddens (1991), o desenvolvimento das instituições sociais modernas e sua difusão em escala mundial criaram oportunidades bem maiores para os

seres humanos gozarem de uma existência segura e gratificante que qualquer tipo de sistema pré-moderno. Mas a modernidade também tem um lado sombrio, que se tornou mais aparente no século atual. O perigo da tecnociência existe e está cada vez mais evidente, porém, como afirma Bazzo, Pinheiro e Silveira (2009), muitos cidadãos ainda têm dificuldades de compreender seus reais efeitos. Não compreendem que por detrás de grandes promessas de avanços tecnológicos, escondem-se lucros, interesses das classes dominantes e muitos outros perigos devastadores.

Frente ao que foi apresentado, conclui-se que a sociedade moderna encontra-se imersa em um modelo tecno-industrial dual. Se de um lado ela tenta, através da tecnologia, criar e distribuir riquezas, ao mesmo tempo, cria e distribui riscos (BECK, 2010). Com isso, fica evidente a necessidade de se pensar e repensar a magnitude trágica que a tecnologia potencialmente pode criar. Uma nova postura frente aos novos problemas aparece como uma emergência dentro dos estudos sociais da ciência. Se antes a preocupação ética era com relação a postura do homem diante do próprio homem, agora, novos atores entram em cena. A natureza, os seres naturais e principalmente as futuras gerações precisam ser considerados em um novo plano ético.

Evidenciar somente o lado negativo da sociedade tecnocientífica parece ser uma proposta parcial, porém, o próprio processo de desenvolvimento tecnológico faz sua auto-afirmação, ressaltando apenas suas vantagens. Trata-se daquilo que os estudos sociais da ciência chamam de “visão herdada da ciência”, um modelo que afirma que a ciência não recebe nenhuma influência externa e impera como verdade absoluta, levando, necessariamente, ao progresso (SANZ MARINO, 2008). Esse posicionamento admite um modelo linear de inovação científica, no qual se preconiza que mais ciência gera mais tecnologia, que é responsável por produzir mais riqueza, que, por sua vez, é distribuída para proporcionar o bem-estar social. Dessa forma, ciência e tecnologia, muitas vezes, não levam em consideração as implicações sociais causadas por sua utilização.

3.2 A globalização do Risco

Há 260 anos atrás, Jean Jacques Rousseau, um dos maiores pensadores da modernidade, deu um alerta: o desenvolvimento das ciências poderia corromper a dignidade do homem, o afastando de sua humanidade. Essa linha de pensamento foi desenvolvida em sua primeira obra filosófica: *Discurso sobre as Ciências e sobre as Artes*, de 1749. Na época, o autor inaugurava uma visão controversa do

desenvolvimento científico, batendo de frente com a validade dos preceitos epistemológicos que constituíam o movimento iluminista. Rousseau afirma metaforicamente em sua obra que “a natureza nos quis preservar da ciência, assim como a mãe que arrebatava uma arma perigosa das mãos do seu filho; que todos os segredos que ela vos esconde são tantos males dos quais vos preserva e que a dificuldade que encontrais em vos instruir não é o menor de seus benefícios” (ROUSSEAU, 2005, [1749], p. 22). Mais adiante: “Quantos perigos! quantas falsas estradas, na investigação das ciências? Por quantos erros, mil vezes mais perigosos do que a verdade, não será útil, não será preciso passar para alcançá-la?” Completando seu posicionamento: “Se nossas ciências são vãs no objetivo a que se propõem, são mais perigosas ainda pelos efeitos que produzem” (ROUSSEAU, 2005, [1749], p.26)

As idéias do autor genebrino foram publicadas na primeira metade do século XVIII, e agora parecem possuir um tom profético frente às controvérsias sociotécnicas do século XXI. Rousseau conseguiu visualizar antes da maioria dos pensadores de sua época um fator real e inevitável do desenvolvimento científico: o risco. Somente mais de 200 anos depois o tema começa a entrar na agenda dos estudos sociais.

Ulrich Beck, sociólogo alemão, escreveu em 1986 uma das obras mais importantes sobre o tema, intitulada “Sociedade de Risco”. O autor afirma vivermos numa sociedade onde o crescente estágio da industrialização e da tecnologização tem culminado em uma série de ameaças, pois as instituições modernas não dão conta de gerir sua produção de “males”, ou seja, seus riscos.

“É certo que os riscos não são uma invenção moderna. Quem – como Colombo – saiu em busca de novas terras e continentes por descobrir assumiu riscos. Estes eram, porém, riscos pessoais, e não situações de ameaça global, como as que surgem para toda a humanidade com a fissão nuclear ou com o acúmulo de lixo nuclear. A palavra “risco” tinha, no contexto daquela época, um tom de ousadia e aventura, e não o da possível autodestruição da vida na Terra” (BECK, 2010, p.25).

Beck explica que existem muitos tipos de riscos onde os privilegiados podem *comprar* determinada segurança, como é o caso do risco de tornar-se desempregado. Aqueles que têm oportunidade de qualificação contínua têm menos chances de sofrer com a falta de emprego. Outro exemplo é o risco que trabalhadores sofrem em determinados ramos da indústria, ao manipularem substâncias ou equipamentos perigosos. Melhor cargo, nesse caso, significa menos exposição ao risco. Por outro lado, existem riscos que não podem ser evitados, mesmo que se faça parte de classes

privilegiadas. Com isso, os riscos tomam proporções globais, e são independentes com relação às classes sociais. “Nesse sentido, sociedades de risco simplesmente não são sociedades de classes; suas situações de ameaça não podem ser concebidas como situações de classe” (BECK, 2010, p.43). Esse aspecto universal do risco é o que Beck chama de *efeito bumerangue*: “os atores da modernização acabam, inevitável e bastante concretamente, entrando na ciranda dos perigos que eles próprios desencadeiam e com os quais lucram”. (BECK, 2010, p.44). Constata-se que a produção industrial possui uma cadeia mundial interligada, de modo que uma consequência negativa pode ser gerada e sentida pelo mesmo agente.

3.3 O Risco Radioativo

Os perigos da radiação são considerados pelos estudiosos, tanto das ciências sociais, como cientistas das mais diversas áreas, como um dos maiores riscos da modernidade. Vários eventos catastróficos demonstraram o poder destrutivo que a energia nuclear pode gerar, tanto em acidentes com usinas quanto em bombas altamente destrutivas. Hiroshima e Nagasaki foi o primeiro desses eventos. Foi no auge da Guerra Fria, momento em que o governo norte-americano, através do Projeto Manhattan, produziu e detonou duas bombas atômicas contra o império do Japão. Para se ter uma idéia do poder de destruição da primeira bomba detonada pelos Estados Unidos em Hiroshima:

Nos primeiros milionésimos de segundos, a energia térmica liberada na atmosfera transforma o ar em uma bola de fogo de aproximadamente 1 km de diâmetro. Durante alguns segundos um calor de vários milhões de graus paira sobre Hiroshima. No solo, a temperatura atinge vários milhões de graus sob o epicentro da explosão. Num raio de 1 km, tudo foi instantaneamente vaporizado e reduzido a cinzas; até 4 km do epicentro os prédios e os seres humanos sofreram combustão instantânea e espontânea; num raio de 8 km, as pessoas sofreram queimaduras de 3º grau. Após o calor, ocorreu uma onda de choque que provocou um efeito devastador, causado pela enorme pressão devida à expansão dos gases; essa onda de choque progrediu a uma velocidade de 1.000 km por hora, como se fosse um muro de ar sólido. Ela reduziu a pó tudo o que se encontrava num raio de dois quilômetros. Dos 90 mil prédios da cidade, 62 mil foram completamente destruídos. (MOURÃO, 2005, p.698)

Toda essa destruição foi produzida por um artefato medindo 4,50 metros de comprimento por 76 centímetros de diâmetro (MOURÃO, 2005). De acordo com Rosa (1985), só em Hiroshima, houve 74 mil mortes imediatas, aumentadas depois para 130

mil ao incluir as mortes retardadas possíveis de serem diretamente relacionadas à bomba. Foram destruídos 70% dos edifícios da cidade, que tinha cerca de 340 mil habitantes. Para Dupas (2005), o evento identifica exatamente o momento em que o saber tecnocientífico converteu-se em um grande problema social, com repercussões éticas e políticas “Pela primeira vez a humanidade estava em condições de exterminar a si mesma utilizando-se do *progresso* científico e tecnológico, para tornar a terra inabitável”. (DUPAS, 2005, p.121).

Outro evento marcante no contexto dos perigos radioativos foi o desastre que aconteceu no dia 26 de Abril de 1986 em Chernobyl, cidade ao norte da Ucrânia. Depois de uma tentativa desastrosa de testar um mecanismo de segurança, uma explosão em um dos reatores produziu a catástrofe, liberando quantidades extremamente excessiva de materiais radioativos. De acordo com o relatório The Chernobyl Catastrophe - Consequences on Human Health, produzido pelo Greempace³ em 1996, a desastre de Chernobyl produziu centenas de vezes mais radiação do que a bomba de Hiroshima e Nagasaki. “O material ejetado de um reator deste excedeu em cem vezes a contaminação radioactiva causada pelas armas nucleares usadas em Hiroshima e Nagasaki”.

Giddens (2002) afirma que certos desastres deixam o sabor do que pode acontecer. No caso de Chernobyl, um sabor amargo literalmente pairou pelo ar. Mesmo que os especialistas não consigam chegar a um consenso sobre os efeitos de longo prazo da radiação que vazou naquele acidente, não se pode negar as conseqüências devastadoras para as pessoas mais diretamente afetadas na União Soviética. Foram anunciadas quatro mil mortes, mas sabe-se que a radiação afetou seiscentas mil pessoas. “cerca de duzentos mil “liquidadores”, 120 mil pessoas retiradas do local e 270 mil outras residentes nas zonas mais contaminadas”. (DUPUY, 2007, p.244) De acordo com o relatório da Organização Mundial da Saúde⁴, milhares de pessoas ainda vivem em

³ The Chernobyl Catastrophe - Consequences on Human Health. The difficult truth about the Chernobyl catastrophe: the worst effects are still to come. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/planet-2/report/2006/4/chernobylhealthreport.pdf>. Acesso: 04 de fevereiro de 2012.

⁴ World Health organization (WHO)Fact sheet N° 303 April 2006 Health effects of the Chernobyl accident. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs303/en/index.html> Acesso: 12 de maio de 2011.

áreas com elevados índices da radiação. Cerca de 270 mil pessoas continuam a viver em áreas classificadas pelas autoridades soviéticas como zonas estritamente controladas, onde a contaminação de césio radioativo excede o índice de 555 kBq/m². O índice kBq/m² mede a concentração média do radionuclídeo por unidade de área, ou seja, a quantidade de radiação por metro quadrado. É considerada uma área contaminada aquela que possui quantidade igual ou superior a 37 kBq/m². As pessoas que vivem em zonas contaminadas da região da usina de Chernobyl continuam recebendo cargas 15 vezes superiores as aceitáveis. Dupuy (2007) relata que as consequências dessa exposição refletem-se em tumores cancerígenos, cardiopatias, fadigas crônicas, doenças inéditas e sentimento de desamparo que afetam uma população imensa, e, no meio dessa, sobretudo crianças e jovens.

O último evento que trouxe a tona novamente os perigos radiativos foi a explosão de três reatores nucleares na usina Daiichi, na cidade de Fukushima, nordeste do Japão, no dia 11 de março de 2011. Um violento terremoto seguido de tsunami trouxe mais uma vez ao Japão o fantasma da radioatividade. O acidente foi considerado de escala 7, sendo o nível mais alto na escala Ines⁵. Tiveram que ser removidas 80 mil pessoas em um raio de 20 km da usina. De acordo com reportagem do portal G1⁶, a empresa operadora da usina nuclear de Fukushima detectou nível de iodo radioativo 5.800 vezes maior que o permitido em uma amostra de água do reator 2, que vazou diretamente para o oceano. Rattner (2011) considera esse acidente uma tragédia anunciada, já que todo cuidado com segurança parece ser irrisório perto dos perigos da radioatividade. “Os projetistas de reatores nucleares bem sabem que estes não são capazes de resistir a choques de aviões, grandes abalos sísmicos e situações adversas combinadas – que não são consideradas em seus relatórios de análise de segurança”. (RATTNER, 2011, p.5)

⁵ A escala INES "é utilizada em todo o mundo" para comunicar "informações sistemáticas sobre a importância dos acontecimentos nucleares e radiológicos do ponto de vista da segurança", indica a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA).

⁶ Portal G1.com. Acesso em 20/05/2011. Link: <http://g1.globo.com/tsunami-no-pacifico/noticia/2011/05/detectado-alto-nivel-de-radiacao-no-mar-em-fukushima.html>

3.4 A ciência e a máquina de guerra

O crescente processo de industrialização, que culminou no desenvolvimento centrado da ciência e da tecnologia passou a ser visto como um sinônimo de progresso, porém, essa visão é rapidamente desconstruída quando C&T são associadas à máquina de guerra. De acordo com Angotti e Auth (2001), depois da segunda guerra mundial, o desenvolvimento científico e tecnológico passou a ser questionado. O motivo: “O arsenal de guerra, como as bombas nucleares, deixou bem explícito poder destrutivo do homem” (ANGOTTI e AUTH, 2001, p.1). Para Giddens, Beck e Lash (1997) a ciência vem perdendo sua aura de autoridade por conta das decepções com os benefícios que ela alega ter trazido para a humanidade. “Duas guerras mundiais, a invenção de armas de guerra terrivelmente destrutivas, a crise ecológica global e outros desenvolvimentos do presente século poderiam esfriar o ardor até dos mais otimistas defensores do progresso por meio da investigação científica desenfreada” (GIDDENS, BECK E LASH, 1997, p.56).

Pode-se afirmar sem sombra de dúvida, que nenhum objetivo específico empenha hoje tantas inteligências humanas e tantos recursos materiais como a invenção e fabricação de armas. Cerca de quinhentos mil engenheiros, especialistas em diversas disciplinas trabalham com o único fim de descobrir armas mais sofisticadas e mais mortíferas. (NOGARE, 1977, p.321).

De acordo com Giddens (1991), o século XX foi o século da guerra. Mais de 100 milhões de pessoas foram mortas em conflitos. “A conexão da organização e inovação industrial com o poder militar é um processo que remonta às origens da própria industrialização moderna” (GIDDENS, 1991, p.18). O autor elaborou um quadro com as dimensões institucionais da modernidade. Nele, percebe-se claramente a ligação entre o capital, industrialismo, vigilância e poder militar.



Avançando em torno do círculo, percebem-se ligações diretas entre o poder militar e o industrialismo. Começando da esquerda do círculo, o capitalismo envolve a insulação do econômico em relação ao político contra a tela de fundo do trabalho e mercados de produtos competitivos. A vigilância, por sua vez, é fundamental a todos os tipos de organização associados à ascensão da modernidade, em particular o estado-nação, que se entrelaça historicamente com o capitalismo em seu desenvolvimento mútuo. Da mesma forma, há vínculos substantivos íntimos entre as operações de vigilância dos estado-nação e a natureza alterada do poder militar no período moderno. (GIDDENS, 1991, p. 64)

Um dos eventos mais vergonhosos para a ciência moderna, marco para uma visão crítica da C&T, foi o já citado bombardeio de Hiroshima e Nagasaki. A ciência que deveria se direcionar para o bem estar do ser humano, criou uma das armas mais potentes e destruidoras, geradora de milhares de mortes. De acordo com Mourão (2005), o projeto Manhattan Engineering District, que culminou nas bombas, foi um dos maiores empreendimentos ocorridos durante a Segunda Guerra. Com a assistência do Canadá e da Inglaterra, as pesquisas foram realizadas em quatro centros Universitários: Columbia, Princeton, Chicago e Berkeley.

Para Ianni (2004), o corporativismo, falangismo, estalinismo, fascismo, nazismo e macartismo, entre outras políticas postas em prática no século XX, buscaram muitas vezes na ciência e na técnica, isto é, em sofisticados argumentos da razão, os fundamentos de suas formas, técnicas e práticas de violência material e ideológica, física e espiritual. Alencastro (2007) explica que as consequências de uma guerra

sempre são desastrosas. Se ela é travada com a tecnologia de lanças e espadas, ou arco e flecha, ou mosquetes a carabinas, embora consideradas terríveis, eram previsíveis. “No entanto, a partir de 1945, com o advento da tecnologia das armas nucleares e seu imenso poder de destruição, a equação fica totalmente alterada, pois as conseqüências de seu uso são totalmente imprevisíveis” (ALENCASTRO, 2007, p.109).

3.5 Tecnociência e depredação ambiental

Desde o início do desenvolvimento da ciência moderna, no século XVII, o tom dos discursos que faziam referência as relações do homem com o meio ambiente já demonstravam certo caráter de hostilidade e dominação. O filósofo Inglês Francis Bacon, abre a sua obra mais importante *Novum Organon*, afirmando ser o homem o “ministro e interprete da natureza” (BACON, 1984, p.6). A máxima atribuída ao autor “saber é poder”, colocava o homem moderno em uma posição adjacente a natureza. “Seu modelo de ciência tinha como objetivo o conhecimento para o controle sobre a realidade e apropriação da natureza” (GOMES, 2005, p.2) Assim como Bacon, outro grande expoente da filosofia moderna, René Descartes expressa claramente, em seu livro *O Discurso do Método*, que devemos conhecer cientificamente a força e as ações do fogo, da água, do ar, dos astros, dos céus e de todos os outros corpos que nos cercam, para “utilizá-los da mesma forma em todos os usos para os quais são próprios, e assim nos tornar como senhores e possuidores da natureza” (DESCARTES, 2000, p.35).

Esse posicionamento de Bacon e Descartes encontrou terreno fértil para emancipar-se com a Revolução Industrial, que dotou o homem das ferramentas necessárias para aplicar seu plano de dominação da natureza. Mas foi na segunda metade do século XX, em um curto espaço de apenas 50 anos, que efetivamente a força tecnológica conseguiu impor-se diante da força da natureza, e o saber tecno-científico se tornou hegemônico. As teorias de Bacon e Descartes enfim alcançaram a amplitude prática, como afirma Jonas (2006), que acredita que a sociedade tecnológica moderna alcançou o “ideal baconiano”. Esse ideal, ao ser instalado no capitalismo ocidental, acarretou uma estrutura social nociva e desenfreada eticamente. O sucesso da produção e do consumo, que crescem exponencialmente, tornaram-se um desafio para os recursos naturais finitos.

A profunda paradoxia, jamais suspeitada por Bacon, do poder criado pelo saber consiste em que ele, na verdade, conduziu a algo como "domínio" sobre a natureza (isto é, a seu aproveitamento potencializado), mas com isso, ao mesmo tempo, à mais completa

sujeição a si mesmo. O poder se tornou auto-suficiente [selbstmächtig], enquanto sua promessa se converteu em ameaça, sua perspectiva de salvação em apocalipse. (Jonas, 2006, p. 253)

Para Angotti e Auth (2001), os questionamentos sobre a intervenção dos seres humanos no ambiente e seus impactos se tornaram bem expressivos a partir da década de 60, liderados por diversos movimentos de contestação, como o da contra-cultura e o ecologista/ambientalista. Dois exemplos: em 1962 a bióloga, cientista e ecologista Rachel Carson inaugura, em sua obra *A primavera Silenciosa*, uma visão crítica e preocupante dos efeitos do uso indiscriminado de substâncias tóxicas na agricultura. A obra causou uma grande comoção na sociedade norte americana da época, que passou a preocupar-se com os efeitos colaterais dos venenos utilizados contra pragas nas plantações (JACOBI, 2005). Em 1972, outro evento importante colocaria novamente o tema em pauta. Através de um relatório intitulado “Os Limites do Crescimento”, produzido por Dennis L. Meadows e um grupo de pesquisadores. Evidenciou-se que se as tendências de crescimento populacional, poluição, produção crescente de alimentos e depredação dos recursos naturais continuarem imutáveis, dentro de cem anos o planeta terra poderia entrar em colapso (BRUSEKE, 2003).

O fato é que com o passar dos tempos, a relação dialética entre o homem e a natureza inverteu-se. Se antes da Revolução Industrial o homem sentia-se um pequeno, frágil e impotente diante das forças naturais, agora, com o aumento dos conhecimentos científicos e artefatos técnicos, tenciona tornar-se o senhor supremo da natureza. De acordo com Ferreira, Navarro e Soares (2004), historicamente, o capitalismo subsidiado pela ciência e pela tecnologia moderna consolidou processos de desumanização da natureza. O homem passou a ser excluído do conceito de natureza, estando acima desta, pela superioridade de sua propriedade racional, legitimando assim a degradação ambiental. Dupas (2005) afirma que mudanças climáticas e extinções de espécies sempre fizeram parte da história do planeta Terra, porém, pela primeira vez, essas alterações estão sendo aceleradas direta e drasticamente pelas mãos dos homens.

A ciência e a tecnologia deram ao homem a capacidade de interferir diretamente no meio natural, submetendo a natureza às suas vontades. O problema é que os grandes projetos tecnológicos atropelam a evolução natural da natureza, que submetida ao homem, sofre intervenções cada vez mais severas e irreversíveis. Giddens (1991) enumera alguns atos humanos contra a natureza:

A simples quantidade de riscos sérios ligados à natureza socializada é bem assustadora: a radiação a partir de acidentes graves em usinas nucleares ou do lixo atômico; a poluição química nos mares suficiente para destruir o plâncton que renova uma boa parte do oxigênio na atmosfera; um “efeito estufa” derivado dos poluentes atmosféricos que atacam a camada de ozônio, derretendo parte das calotas polares e inundando vastas áreas; a destruição de grandes áreas de floresta tropical que são uma fonte básica de oxigênio renovável; e a exaustão de milhares de acres de terra fértil como resultado do uso intensivo de fertilizantes artificiais. (GIDDENS, 1991, p.129)

Os motivos de tamanha violência contra o ambiente natural justificam-se pela necessidade de girar os motores progresso. Dupas (2001) procurou desmistificar a visão Clássica/Iluminista do progresso, atribuindo a ele o sentido de mito. Para o autor, o progresso da sociedade moderna carrega consigo a exclusão, concentração de renda, subdesenvolvimento e a devastação ambiental. Nos últimos cinquenta anos as novas tecnologias e o desenvolvimento industrial alteraram profundamente e rapidamente o equilíbrio dos ecossistemas que sustentam a vida sobre a terra. Para o autor, a natureza “está tão degradada por ações humanas que a nossa relação com ela converte-se em problema decisivo na constituição do ser”. (DUPAS, 2001, p.121)

Baumgartem (2002) acredita que essa postura do homem com relação à natureza é fruto da razão instrumental, principal característica da ciência moderna. Através dela, a natureza passa a ser tratada como um mero objeto a ser manipulado pelo homem. “A ambigüidade tecnológica contemporânea em que técnica e ciência são vistas, ao mesmo tempo, como perigo e como elemento de salvação da humanidade, decorre, fundamentalmente, dessa característica histórica de seu desenvolvimento”. (BAUNGARTEN, 2002, p.4) A conclusão da autora é preocupante:

Não há possibilidade de um desenvolvimento econômico e social sustentado que não repouse sobre uma base de exploração depredadora do ambiente e dos seres que o constituem, bem como, no sistemático desperdício de recursos e desrespeito pela natureza tanto humana quanto não humana. (BAUNGARTEM, 2002, p.12)

Os causadores dessas agressões usam uma credibilidade falsa da ciência para justificar seus atos. Dessa maneira, a liberdade científica torna-se nihilista, pois se mostra cega para qualquer reflexão de sua aplicação. De acordo com Siqueira (1998), ainda é prevalente nos meios científicos a tese de que como nada está definitivamente

sancionado na natureza, tudo é permitido e, assim sendo, não se pode coibir, sob nenhum pretexto, a liberdade das investigações científicas.

De acordo com Dupas (2001) o *homo faber*⁷, o homem que manipula tecnicamente o meio, acabou ocupando uma posição adjacente em relação ao *homo sapiens*, como homem ético, que reflete a sua práxis. “A filosofia foi expulsa para a periferia. O saber-fazer afastou o por-que-fazer” (DUPAS, 2001, p.80). Nesse sentido, a técnica é percebida como uma força capaz de explorar indefinidamente as fontes naturais, dotando o homem de um vasto conhecimento científico e tecnológico, porém, o afastando de reflexões éticas e morais sobre os efeitos de suas intervenções na natureza.

Todos, mesmo que de maneira superficial, conhecem os possíveis cataclismos que ocorrerão em decorrência do superaquecimento do planeta, ou da progressiva destruição da camada de ozônio ou, ainda, do incontrolável desmatamento das escassas reservas florestais do planeta. (SIQUEIRA, 1998, p.42).

Diante do que foi dito, conclui-se que o homem se tornou um perigo não só para a sua própria existência como também para toda a biosfera. A perspectiva salvadora da fórmula baconiana, em que saber é poder, se transformou em perigo eminente para a terra. O poder que o homem alcançou através do seu conhecimento pode se voltar contra ele próprio. A compreensão sadia e esclarecedora da natureza se transformou em dominação e controle, guiados pela cobiça de lucros e vantagens materiais de grandes empresas e governos tecnocratas.

3.6 Tecnociência e subdesenvolvimento

A ciência e a tecnologia se tornam instrumentos de opressão no momento em que somente uma pequena classe de indivíduos pode gozar de todas as vantagens que ela pode proporcionar, deixando a grande parte da população mundial às margens do processo de desenvolvimento. Enquanto a grande maioria trabalha para conseguir somente a sua subsistência, uma pequena parcela aproveita todas as regalias que as “maravilhas” tecnológicas e científicas proporcionam ao homem.

⁷ Homo Faber é o ser humano que maneja a técnica. É aquele que pelo trabalho das mãos, cria o mundo que lhe serve de lar, como melhor lhe apraz.

Na realidade temos que reconhecer que, sobretudo desde a Revolução Industrial para cá, a situação mundial geral melhorou consideravelmente. Infelizmente melhorou para alguns e piorou para outros. Fez com que os ricos se tornassem cada vez mais ricos, à custa de pobres cada vez mais pobres, de forma tal que nunca o abismo entre os ricos e pobres foi tão chocante e escandaloso como hoje. (NOGARE, 1990, p.318).

O problema do desenvolvimento e do subdesenvolvimento é uma das características mais evidentes da civilização tecnocientífica. O hemisfério Norte possui os países mais ricos e desenvolvidos, onde o nível de vida alcança as melhores perspectivas do mundo. Nesses países a ciência e a tecnologia desempenham um papel fundamental para o crescimento econômico, por isso, são altamente desenvolvidas e estimuladas. No hemisfério Sul ficam os países pobres e subdesenvolvidos, onde a pobreza e a má distribuição de renda são causadoras de inúmeros problemas. A ciência e a tecnologia nesses países são deficientes e obsoletas, e ainda, os investimentos em pesquisa têm que competir com outras prioridades que parecem ser muito mais dramáticas como a educação básica, saúde, habitação etc. “Para desenvolver os países subdesenvolvidos é, portanto, necessário estabelecer neles a ciência moderna e transformar suas economias tradicionais em economias baseadas na ciência e tecnologias modernas (SCHWARTZMAN, 1980, p.18).

Como o desenvolvimento científico e tecnológico está diretamente atrelado ao desenvolvimento econômico, os países pobres ou subdesenvolvidos sofrem uma dupla carência, pois não podem desenvolver sua tecnologia por possuir uma economia deficiente, e sem tecnologia não podem fortalecer sua economia. Por isso, esses países se tornam dependentes econômica e tecnologicamente dos países ricos ou desenvolvidos. “Como desenvolver-se a partir de um nível relativamente baixo de acumulação, tendo em conta as malformações sociais incentivadas pela divisão internacional do trabalho e os constrangimentos impostos pela mundialização dos mercados?” (FURTADO, 1995, p.6)

A exclusão social torna-se também a exclusão tecnológica, os detentores do poder são os detentores da tecnologia, seja ela de produção de bens de consumo ou de informações. Diante disso, pode-se constatar que o desenvolvimento tecnológico se mostrou democraticamente nulo, já que não conseguiu abarcar a totalidade populacional. Se no início do desenvolvimento da ciência experimental e do surgimento de aparatos tecnológicos pensava-se que seria possível desenvolver também uma

sociedade menos conflituosa, agora pode-se concluir que C&T, em alguns casos, andam na contra mão do desenvolvimento social. Assim, a tecnologia torna-se uma ferramenta de opressão de massas. Em uma sociedade essencialmente tecnológica, aqueles que são os detentores do poder se utilizam das vantagens da tecnologia para se afirmarem diante daqueles que vivem marginalizados pela falta de tecnologia. Como ela é habitualmente manipulada de acordo com os interesses de governos ou grandes corporações, ela tomou rumos incompatíveis com democratização.

“A tecnologia é um fenômeno de dois lados: de um o operador, de outro o objeto, onde ambos operador e objeto são seres humanos; a ação técnica é um exercício de poder. Alias, a sociedade é organizada ao redor da tecnologia, o poder tecnológico é a fonte de poder desta sociedade” (FEENBERG, 2005, p.2)

Se a sociedade capitalista é determinada pela tecnologia, é de se supor que a figura do proprietário também pode sofrer uma situação de dependência, já que ele necessita da figura do design, que vai criar novas tecnologias e ferramentas que vão possibilitar a organização da produção. Desta forma, a técnica transforma-se em controle de massa, que vive subordinada ao sistema tecnológico. Quando os seres humanos são sujeitados ao controle técnico, ficam aquém do processo de participação no design das tecnologias, sofrendo a dominação de tecnocratas que herdaram a estrutura que constrói e manipula as tecnologias. O proprietário tem, em primeiro lugar, interesses tecnológicos, pois sabe que esse está atrelado aos interesses econômicos. Pela reorganização do processo de trabalho através da tecnologia, ele pode aumentar a produção e os lucros. “O controle do processo do trabalho, por sua vez, conduz a novas idéias na implementação de novas máquinas e à aceleração da mecanização da indústria que, por sua vez acelera os processos de produção” (FEENBERG, 2005, p.05)

A dialética materialista de Karl Marx traduz muitas das características da tecnologia. A produção de bens de consumo é mediada pela tecnologia, e a indústria é o grande centro onde se utiliza e se aprimora a força de trabalho. Para Marx (1978), o capitalismo não se constitui pela posse de riquezas, mas sim pelo controle das condições de trabalho. Gomes e Costa (1997), interpretando Marx afirmam que, na interseção das relações sociais e técnicas que o configura o capitalismo, expressa-se o conflito de interesses entre o trabalho e o capital, que, além de ter sua origem na propriedade dos meios de produção e na apropriação do valor-produto realizado, consuma-se

historicamente através de formas diversas de controle sobre o próprio processo de produção. Se o trabalho da sociedade capitalista é engendrado pela tecnologia, fica claro que através do seu controle, controla-se o mercado. Assim, interesse econômico e interesse tecnológico não se diferem essencialmente, visto que são forças complementares.

3.7 A cultura do desperdício

Por conta do pseudo-desenvolvimento que o homem alcançou através da tecnologia, ele vive imerso num estilo de vida sufocante e, em muitos casos, desesperador. O modo de produção capitalista/neo-liberalista, acaba impelindo o homem a produzir cada vez mais. A competência profissional dos indivíduos é posta em cheque todos os dias, através da competitividade do mercado, que cobra resultados cada vez mais surreais, em forma de lucros. Tudo se faz pensando em salários maiores, já que a felicidade está proporcionalmente atrelada ao poder de compra. “A auto-contraditória determinação interna do sistema capitalista, impõe a brutal submissão das necessidades humanas à necessidade alienante da expansão do capital, e remove a possibilidade do controle racional completo desta ordem produtiva dinâmica.” (MÉSZÁROS, 2004, p.51)

Dessa maneira, quem participa da parcela populacional economicamente ativa, é literalmente obrigada a viver de acordo com as regras impostas por essa força de produção/consumo. Já os que estão fora desse processo, são considerados restos, sobras descartáveis e inconvenientes para o sistema.

A fronteira entre a exclusão social e a sobrevivência diária está cada vez mais indistinta para grande número de pessoas em todas as sociedades, após perder boa parte da rede de segurança, sobretudo no caso das novas gerações da era pós-Estado do bem-estar social, as pessoas não conseguem acompanhar a constante e necessária atualização profissional. (CASTELLS, 1999, p.423)

A própria disseminação da ideologia consumista está amparada numa lógica mentirosa. O modelo capitalista se mostrou competente na produção de bens, mas é falho na distribuição. Assim, esse processo é “impossibilitado de efetivação global, devido ao seu desenvolvimento desigual, à capacidade limitada de suporte da

exploração industrial da natureza e à contradição interna que vigora no processo que estabelece o crescimento econômico como inversamente proporcional à expansão e intensificação das desigualdades sociais”. (ALMEIDA, 2007, p.04)

Em contra partida, outra faceta do sistema capitalista, talvez mais vergonhosa que a pobreza, é a cultura do desperdício. As sociedades que de certa forma alcançaram elevado poder de consumo, são as maiores produtoras do desperdício. Um estudo⁸ encomendado pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, constatou que cerca de um terço dos alimentos produzidos a cada ano no mundo se perde ou é desperdiçado. Ainda segundo o relatório, todo ano os países desenvolvidos desperdiçam 222 milhões de toneladas de alimentos, quase a mesma quantidade de produção de todos os alimentos da África Subsaariana (230 milhões de toneladas). Só nos EUA, a média de desperdício anual por habitante gira em torno de 95 a 115 quilos. A gravidade do problema parece evidente quando o estilo norte-americano de consumo é copiado por outras nações industrializadas. Milhões de pessoas da classe média adotam dietas, sistemas de transportes e outros costumes originários dos Estados Unidos.

“No modo hoje dominante de reprodução sociometabólica, o significado de uma “*economia*” bem-sucedida é perversamente definido pela capacidade do sistema de multiplicar o *desperdício*. O cultivo canceroso do “consumismo” – em contraste com a negação até das necessidades mais elementares da esmagadora maioria da humanidade – é a consequência necessária das determinações socioeconômicas subjacentes”. (MÉZÁROS, 2004, p.47)

Segundo dados da Worldwatch Institute⁹, os norte-americanos e europeus somam cerca de 12% da população do planeta, e são responsáveis por 60% do consumo doméstico mundial de bens e serviços. Os latino-americanos e caribenhos são 9% da população mundial e responsáveis por cerca de 7% desse consumo. Um terço da população do planeta residente na África subsaariana e na Ásia meridional, que é responsável por somente 3,2%.

Nessas condições, os problemas também ganham proporções extra-humanas, já que a busca desenfreada pela produção e pelo consumo, aliada ao crescimento do

⁸ http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/ags/publications/GFL_web.pdf. Acesso em: 25 de abril de 2011

⁹ *Estado do Mundo 1999 a 2004* (Relatório do Worldwatch Institute sobre o Avanço em Direção a uma Sociedade Sustentável). Disponível em: <
http://www.wwiuna.org.br/edm2005/Estado%20Mundo_2005_introducao.pdf. Acesso em 25 de abril de 2011.

contingente populacional (segundo dados divulgados pela ONU¹⁰, em 2050 a terra terá entre 7,3 e 10,6 bilhões de habitantes), tem causado destruições irreversíveis na natureza. “Evidentemente, num mundo de recursos finitos, nenhuma sociedade se sustenta a longo prazo sem enfrentar as dificuldades daí decorrentes” (MÉSZÁROS, 2004, p.47) Para Dias (2006) o padrão de consumo de massa irradiado principalmente pelos EUA no Pós-Guerra ocasionou um aumento da pressão ambiental, bem como uma crescente homogeneização cultural e de valores no âmbito global. O estilo de vida adotado por países do primeiro mundo, e copiado por alguns do terceiro, mostra-se completamente incompatível com os recursos finitos da natureza. Esse é um problema que começa a ser sentido por gerações atuais com promessa de se agravar para gerações futuras.

¹⁰ http://esa.un.org/unpd/wpp/Other-Information/Press_Release_WPP2010.pdf Acesso em: 25/05/2011.

CAPÍTULO 4

Adequação sócio-técnica: uma nova abordagem para o desenvolvimento da C&T

O conhecimento científico é um conhecimento que não se conhece. Essa ciência, que desenvolveu metodologias tão surpreendentes e hábeis para apreender todos os objetos a ela externos, não dispõe de nenhum método para se conhecer e se pensar. (Edgar Morin)

Através de uma abordagem crítica, nos capítulos anteriores ficou claro que a ciência não pode ser considerada uma instituição segura e confiável, visto que carrega consigo possibilidades e forças duais. Serve tanto para a libertação do homem quanto para a sua subjugação. Para o quarto e último capítulo, procuramos apresentar alguns caminhos que propõe abordagens diferenciadas para resolver ou amenizar os conflitos gerados pela tecnociência. A visão do sociólogo Edgar Morin servirá de ponto de partida para as idéias que apontam para a necessidade de uma consciência auto-reflexiva da ciência. O campo CTS e suas propostas na área da educação também serão apresentadas como uma possibilidade para a adequação sócio-técnica. Por fim, A Tecnologia Social (TS), será apresentada como uma alternativa para um modelo de desenvolvimento mais democrático e humano da C&T.

4.1 Ciência com consciência: a necessidade de reflexão da práxis científica

Edgar Morin, sociólogo Francês que trabalha com o tema do desenvolvimento científico escreveu em 1984 o livro *Ciência com Consciência*, que exprime a necessidade de introduzir uma cultura reflexiva sobre os efeitos gerados pela tecnociência, visto que “o desenvolvimento científico comporta um certo número de traços "negativos" que são bem conhecidos, mas que, muitas vezes, só aparecem como inconvenientes secundários ou subprodutos menores” (MORIN, 2005, p.16). Esse posicionamento, que já foi explicitado nos capítulos anteriores, reforça que a ciência transformou-se completamente desde o século XVII. Se em sua origem os investigadores eram amadores, sendo a atividade científica sociologicamente fraca e periférica, hoje ela tronou-se uma poderosa instituição de importância central na sociedade moderna, subvencionada pelos poderes econômicos. “Efetivamente, a ciência marginal das sociedades ocidentais do século 17 passou a ser central com a sua introdução não só nas universidades, no século 19, mas também dentro das empresas

industriais e, sobretudo no coração do Estado que financia, controla e desenvolve as instituições de pesquisa científica” (MORIN, 2005, p.126). Essa centralização tecnológica foi capaz de produzir diversas máquinas e outros aparatos técnicos que viriam a facilitar a vida do homem, mas também produziu expectativas de que essa força seria um caminho seguro para o progresso da humanidade.

Vivemos durante dezenas de anos com a evidência de que o crescimento econômico, por exemplo, traz ao desenvolvimento social e humano aumento da qualidade de vida e de que tudo isso constitui o progresso. Mas começamos a perceber que pode haver dissociação entre quantidade de bens, de produtos, por exemplo, e qualidade de vida; vemos, igualmente, que, a partir de certo limiar, o crescimento pode produzir mais prejuízos do que bem-estar e que os subprodutos tendem a tornar-se os produtos principais. Portanto, a palavra progresso não é tão clara quanto parece. (MORIN, 2005, p.96)

O que Morin questiona acima é a validade da visão linear do desenvolvimento científico, que na modernidade representa o escopo do progresso, porém, tal desenvolvimento possui um caráter tragicamente ambivalente, sendo ao mesmo tempo progressivo e regressivo (MORIN, 2005). Ao mesmo tempo em que se produz o conhecimento, também se produz ignorância. “A Ciência progride como conhecimento, mas suas consequências podem ser atroz, mortais (bomba atômica)” (MORIN, 2005, p. 101).

Considerando que existem consequências negativas geradas pelo desenvolvimento científico, Morin acredita que a ciência precisa fazer uma auto-análise, interrogando-se sobre os efeitos controversos que podem ser gerados através dos experimentos científicos. Essa idéia é o que justamente vai dar título a sua obra *Ciência com Consciência*. De acordo com as palavras do próprio autor, “a ciência não controla sua própria estrutura de pensamento. O conhecimento científico é um conhecimento que não se conhece. Essa ciência, que desenvolveu metodologias tão surpreendentes e hábeis para apreender todos os objetos a ela externos, não dispõe de nenhum método para se conhecer e se pensar” (MORIN, 2005, pag. 20). A consequência dessa falta de auto-interrogação (expostas no capítulo três desse trabalho) é que os experimentos científicos são duais, ou seja, podem ser utilizados para servir ao interesse do desenvolvimento humano tanto quanto podem servir para a degradação humana.

De acordo com Santos (1989), a partir da década de sessenta a ciência passou a fazer parte do processo da produção material. Essa industrialização da ciência foi

impulsionada pela máquina de guerra dos governos e por grandes laboratórios, que transformaram os cientistas em forças produtivas. Toda a organização do trabalho científico sofreu profundas alterações, já que os cientistas eram subsidiados ou pelo Estado ou por empresas, donos dos métodos, teorias, dos projetos e equipamentos. “Os cientistas perderam seus poderes oriundos de seus laboratórios, pois as decisões concentram-se nas mãos de dirigentes de empresas e das autoridades do estado”. (SIQUEIRA, 1998, p.24). Esse monopólio do conhecimento científico por parte do Estado e de empresas, transformou os cientistas em proletários a serviço da máquina produtiva.

A esmagadora maioria dos cientistas foi submetida a um processo de proletarização no interior dos laboratórios e centros de investigação. Expropriados dos meios de produção, passaram a ser dependentes de um chefe mais ou menos invisível, “dono” dos métodos, das teorias, dos projetos e dos equipamentos. (SANTOS, 1989, p.131).

Essa proletarização dos cientistas ameaçou a autonomia da ciência, que passa a servir aos interesses de grupos. A validade do trabalho científico começou a ser medida de acordo com o mercado. Se uma pesquisa pode trazer resultados comerciais, o cientista tem maiores chances de receber os subsídios necessários para trabalhar, mas se a pesquisa não tem nenhum valor mercadológico, o apoio financeiro torna-se escasso. Dessa maneira, muitos estudos que poderiam ajudar a amenizar problemas sociais são relegados a segundo plano, como no caso da saúde, onde se gasta mais tempo e recursos para desenvolver remédios para curar determinadas doenças do que para preveni-la. De acordo com Dupas (2000), a civilização contemporânea investe mais mão-de-obra especializada e recursos financeiros na doença do que no próprio doente. Isso ocorre por conta da relação de grandes laboratórios com o mercado farmacêutico. Dessa maneira, a proletarização científica fez com que “a situação dos cientistas nos laboratórios das indústrias se tornasse particularmente penosa, dada as pressões no sentido de rentabilidade industrial da investigação”. (SANTOS, 1989, p.131). Além disso, a explosão da indústria científica dificultou a comunicação entre os cientistas, e a interação entre os estudos foi substituída pelo segredo das investigações.

Considerando o que foi apresentado até aqui, a questão que se coloca é a seguinte: qual é o grau de responsabilidade do cientista? Ele pode responder pelo mau uso de seu experimento? De acordo com Marcuse (2009), o cientista carrega parcela de culpa, pois a ele são dados problemas que estão dentro de sua competência, porém,

acontece que tais problemas também são os mesmos da destruição da vida, de guerra química e bacteriológica.

A intenção do cientista é pura: ele é motivado pela "pura" curiosidade; busca o conhecimento pela busca do conhecimento. Mas seu trabalho, uma vez publicado, insere-se no mercado, torna-se mercadoria para ser avaliada pelos compradores e vendedores em potencial e, em virtude dessa qualidade *social*, seu trabalho satisfaz necessidades *sociais*. Além disso, através de sua relação com as necessidades sociais prevaletentes, o trabalho do cientista adquire um *valor social*; seu trabalho incorpora as características das tendências sociais predominantes e torna-se progressivo ou regressivo, construtivo ou destrutivo, libertador ou repressivo em termos da proteção e melhoramento da vida humana (MARCUSE, 2009, p.05).

Marcuse reconhece que individualmente o cientista é impotente para deter a maré destrutiva da ciência, porém, ele pode recusar-se a seguir em diante com algum experimento que possa trazer prejuízos sociais. Nesse caso, seu protesto pode resultar na perda do apoio necessário para seu projeto, mas sua recusa pode fazer com que a indústria e o governo pensem a respeito, além disso, essa atitude pode encorajar outros cientistas a segui-lo. “Se estivermos inclinados a desprezar esse esforço como “meramente negativo”, devemos recordar que muitas vezes no passado o negativo foi o primeiro passo positivo”. (MARCUSE, 2009, p.13)

4.2 A ciência que não pertence ao cientista: o caso de Einstein e a bomba atômica

Para Edgar Morin, “toda a ação, uma vez iniciada, entra num jogo de interações e retroações no meio em que é efetuada, que podem desviá-la de seus fins e até levar a um resultado contrário ao esperado”. (MORIN, 2003, p.61). Isso pode ser evidenciado pelo conhecimento científico. Tudo o que foi alcançado pela ciência, uma vez posto na roda social e política, entra em um jogo de interações que podem subverter o sentido original, acabando muitas vezes com o destino oposto do que o de início. Muitas tecnologias que de início tinham a função de promover o desenvolvimento humano, tiveram seu fim subvertido por interesses econômicos ou ideológicos.

Mais ainda os poderes criados pela atividade científica escapam totalmente aos próprios cientistas. Esse poder, em migalhas no nível da investigação, encontra-se reconcentrado no nível dos poderes econômicos e políticos. De certo modo, os cientistas produzem um poder sobre o qual não têm poder, mas que enfatiza instâncias já todopoderosas, capazes de utilizar completamente as possibilidades de

manipulação e de destruição provenientes do próprio desenvolvimento da ciência. (MORIN, 2005, p.18)

Um caso clássico para ilustrar esse posicionamento de Morin é o de Einstein e sua emblemática relação com a produção da bomba atômica. Einstein ganhou notoriedade com a famosa fórmula, $E=mc^2$, publicada pelo cientista em 1905 e que acabou revolucionando a visão científica do mundo moderno, dando origem a Teoria da Relatividade. Depois de 27 anos da publicação, alguns cientistas vislumbraram nessa fórmula a criação de uma potente arma para aplicação militar. Uma pequena quantidade de massa é multiplicada pela velocidade da luz (cerca de 300 mil quilômetros por segundo) ao quadrado, pode ser convertida em uma enorme quantidade de energia ($E=mc^2$), que culminaria numa grande explosão. Essa seria a fissão nuclear, uma fragmentação nuclear violenta na qual é liberada muita energia e são produzidos nêutrons adicionais. Estes nêutrons podem atacar núcleos de urânio vizinhos, conduzindo a mais fissões e a liberação de mais nêutrons. Aos cientistas não foi necessário um grande discernimento para compreender que esta reação em cadeia poderia, possivelmente, ser um mecanismo para produzir explosivos extremamente violentos (MORAES e MOREIRA, 2009).

Em 1938 Einstein desenvolvia trabalhos sobre a Teoria do Campo Unificado, quando foi procurado por dois físicos, Leo Szilard e Eugene Wigner, que juntamente com uma equipe de cientistas já haviam compreendido que existia uma grande possibilidade de os produtos da fissão nuclear emitir nêutrons em número suficiente para ocorrer uma reação em cadeia, o que possibilitaria assim o desdobramento potencial da arma nuclear. Com a Segunda Guerra prestes a eclodir, o que os dois cientistas buscavam realmente era o apoio do mais renomado cientista da época. Einstein poderia chamar a atenção das autoridades governamentais para a importância militar desses experimentos. Convencido pelos dois cientistas, Einstein apressou-se em redigir uma carta para o presidente Roosevelt, relatando a importância dos estudos da fissão nuclear e suas implicações militares. Na carta, Einstein relata ao presidente as proporções destrutivas que uma bomba atômica poderia gerar. *“Uma única bomba deste tipo, transportada por um navio e explodida num porto, poderia muito bem destruir o porto todo juntamente com parte dos terrenos circundantes”* (Einstein apud Moraes; Moreira, 2009, p.5). Além disso, Einstein também chamava a atenção para o fato de que cientistas alemães já estavam fazendo experimentos nessa área, o que poderia gerar um desastre militar. Segundo Moraes e Moreira (2009), o que a carta pedia para o governo

americano era apoio as pesquisas para que a tal arma nuclear fosse obtida na America, antes que os alemães o fizessem.

O engajamento de Einstein pela causa da construção da bomba devia-se ao temor de que essa tecnologia caísse em mãos erradas, nesse caso em mãos alemãs, por isso, nos dois anos subseqüentes a 1939, Einstein continuou enviando cartas ao presidente Roosevelt alertando para a necessidade de investimentos nessa área, bem como contribui cientificamente para os avanços que iriam culminar na bomba. Mas foi somente em 1941, com a entrada dos EUA na Segunda Guerra, que se empreende um grande projeto de investigação nuclear, conhecido por projeto Manhattan, que nos seus seis anos de atividades consumiu 1,8 bilhões de dólares e teve 150 mil pessoas envolvidas (MORAES e MOREIRA, 2009).

Em 1939, quando se começava a vislumbrar a perspectiva de outra guerra mundial, um grupo de cientistas conscientes destas implicações persuadiram Einstein de que deixasse de lado seus escrúpulos pacifistas e apoiasse, com sua autoridade, uma carta ao presidente Roosevelt urgindo aos Estados Unidos a empreender um programa de investigação nuclear. Isto conduziu ao projeto *Manhattan* e, por último, às bombas que explodiram sobre *Hiroshima e Nagasaki* em 1945. (HAWKING, 2001, p. 65)

Sob a justificativa de enfrentar o facismo/nazismo, o próprio Einstein participou das pesquisas que culminaram na construção do artefato nuclear. Tanto ele quanto os outros cientistas envolvidos nos estudos da energia atômica acreditavam que suas descobertas só seriam utilizadas com o assentimento do conjunto da sociedade democrática. Acreditavam que poderiam “transferir aos políticos a responsabilidade de sua aplicação, numa convicção ingênua de que com essa atitude pudessem se demitir de sua consciência ética” (DUMOND, 2001, p.2). Em agosto de 1945, sobre forma de retaliação aos ataques de Pearl Harbor, duas bombas atômicas foram lançadas pelos EUA nas cidades de Hiroshima e Nagasaki, causando milhares de mortes instantâneas.

Em 6 de agosto, cerca de 80 mil pessoas morreram na explosão de uma bomba de urânio em Hiroxima. Três dias depois, outras 40 mil foram vítimas fatais de uma bomba de plutônio em Nagasaqui. Esses números indicam as vítimas diretas das explosões, não contabilizando as que vieram a falecer dos males decorrentes da radiação (MERÇON; QUADRAT, 2004, p.2).

Depois dos eventos citados acima, Einstein passou a considerar o estudo da energia nuclear para fins militares um dos maiores erros de sua vida. Antes mesmo da explosão das bombas ele e um grande número de cientistas já haviam se manifestado contra o seu uso bélico. Einstein tentou enviar novas cartas ao presidente Roosevelt alertando dos perigos da bomba, mas não obteve resposta. Ele sabia que a repercussão do fato ligaria o seu nome, tanto que foi perseguido pela imprensa durante um grande período. Em Julho de 1946, um ano depois do fim da guerra, a revista *Time* apresenta em uma de suas edições a figura de Einstein na capa contra um fundo que representa um cogumelo atômico. Dentro do cogumelo a fórmula $E=mc^2$. Na matéria lê-se: “[...] *Einstein foi o pai da bomba por dois pontos de vista importantes: (1) foi a sua iniciativa que iniciou a pesquisa da bomba americana; (2) foi a equação $E=mc^2$ que tornou a bomba atômica teoricamente possível*”. Einstein carregaria até a sua morte o título de “pai da bomba atômica”.

Esse caso ilustra aquilo que afirma Morin (2005), ou seja, em muitos casos o cientista não é dono de sua ciência, e que ela pode ser usada para fins políticos e ideológicos diferentes daqueles que postula o cientista. É certo que Einstein não foi o responsável direto pelas mortes de Hiroshima e Nagasaki, mas de uma forma muito particular ele participou de desenvolvimento da tecnologia que possibilitou tal agressão militar.

4.3 O movimento CTS: o despertar para uma consciência auto-reflexiva da ciência

Depois de termos compreendido, através das idéias de Edgar Morin e através do exemplo de Albert Einstein, que existe uma necessidade de se firmar uma consciência auto-reflexiva da ciência, apresentamos os conceitos do campo CTS como uma possibilidade de reflexão sobre a representatividade dos efeitos da C&T na sociedade.

O movimento CTS se estabelece como um campo da sociologia da ciência, buscando compreender as intrincadas relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Os estudos do campo CTS ganharam força a partir de meados da década de 60 e início da década de 70, sendo uma resposta ao sentimento generalizado de desilusão com o desenvolvimento científico e tecnológico. Percebeu-se que não existia necessariamente uma relação entre o desenvolvimento tecnológico com o desenvolvimento social, e que em muitos casos, a força da C&T agia contra os preceitos da sociedade. Para Dagnino (2005), a concepção comum acerca da C&T sustenta um legado puramente positivo, já

as reflexões do campo CTS buscam compreender de maneira menos ingênua as relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade, procurando destacar os aspectos negativos associados ao avanço científico e tecnológico sobre a sociedade, a partir de perspectivas ambientais, políticas, econômicas, sociológicas, etc.

É num clima de tensão gerado pela guerra do Vietnã, pela guerra fria, pela difusão midiática de catástrofes ambientais e de horrores provocados pelo aparato tecnológico de destruição postos a serviço da morte (napalm desfolhante, armas químicas e biológicas...), dos efeitos da ampliação do poder destrutivo das armas nucleares revelados nos testes do Pacífico e nos desertos da América do Norte (e pelos esforços que levaram à assinatura do tratado de limitação de tais testes), dos movimentos ambientalistas e da contracultura que se iniciam, e também da crítica acadêmica da tradição positivista da filosofia e da sociologia da ciência, que se estabelecem as condições para uma nova forma de ver as interações entre ciência, tecnologia e sociedade (LINSINGEN, 2007, p.2)

Foi nesse contexto que o campo CTS ganhou força e enraizou-se como um movimento que procura compreender as dimensões sociais da ciência e da tecnologia. Com um caráter essencialmente interdisciplinar, o campo CTS compartilha com as disciplinas de Filosofia, História da Ciência, Sociologia do Conhecimento Científico, entre outras, um posicionamento crítico sobre os efeitos da tecnologia moderna. Para López Cerezo (1998), a concepção clássica das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, presentes em vários âmbitos do mundo acadêmico e nos meios de divulgação científica pregam uma concepção essencialista e triunfalista da C&T. Essa visão, também conhecida como “visão linear” resume-se no seguinte esquema:

+ ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social

Através desse esquema, C&T são apresentadas como duas forças neutras, que desenvolvem-se em prol do desenvolvimento da sociedade, e por isso, devem gozar de liberdade para continuar sua trajetória de desenvolvimento e progresso. Bastava um severo código de ética profissional para que a C&T alcançassem conhecimentos seguros e objetivos sobre o funcionamento do mundo. Para Mazoco (2009), isso implica no afastamento da ciência em relação à sociedade, com o intuito de buscar a verdade, e conseqüentemente, contribuir para o maior bem-estar social. A tecnologia só poderia participar da cadeia transmissora de desenvolvimento social se tiver sua autonomia

respeitada. O argumento utilizado para defender a autonomia da ciência é o da neutralidade.

López Cerezo (1998), explica que a autonomia da ciência foi transformada em manifesto em meados da década de 40 por Vannevar Bush, cientista norte-americano envolvido no já citado projeto Manhattan. O cientista entregou ao presidente Truman o relatório: *Science – The Endless Frontier* (Ciência – a fronteira sem fim), que definia as principais linhas da futura política científico-tenológica norte-americana. Com ênfase no modelo linear de desenvolvimento científico, o documento procura demonstrar que o bem-estar social dependia do financiamento em ciência básica, e para que surtisses os efeitos esperados, era preciso autonomia total nos experimentos. Para reforçar esse posicionamento, a ciência e a tecnologia tornaram-se forças decisivas na Segunda Guerra, e seriam indispensáveis para enfrentar a Guerra Fria. Porém, em 1957 a antiga União Soviética coloca em órbita o satélite Sputnik, transmitindo a clara mensagem de que o país estava na vanguarda científica. Esse foi o primeiro golpe no modelo acidental de desenvolvimento linear da ciência.

Desde então as coisas pioraram, através de uma sucessão de desastres associados ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia, como: descargas de contaminação de esgotos, acidentes nucleares em reatores, produtos farmacêuticos envenenados, derramamentos de óleo, etc. Tudo isso só confirmou a necessidade de rever a política científico-tenológica e também o próprio conceito de ciência, tecnologia e sua relação com a sociedade. Foi um alerta de sentimento social e político, que afastou o otimismo do pós-guerra, culminando no ano simbólico de 1968, com o início do movimento de contracultura e rebeliões contra a Guerra do Vietnã. Os movimentos sociais e políticos fizeram da tecnologia moderna e do Estado tecnocrático um alvo de sua luta. (LÓPEZ CERESO, 1998, p.3)

Através dos eventos descritos acima, é possível perceber que as concepções sobre C&T mudaram e transformaram-se nos últimos 70 anos, principalmente a partir da Segunda Guerra Mundial. Martínez Álvarez (1999), divide esse período em três fases:

- **Período de Otimismo:** de 1945 a 1955, anos nos quais se tem grande confiança no poder da ciência e da tecnologia para o progresso social. O triunfo sobre o facismo e o desenvolvimento científico com a finalidade de restaurar os danos gerados pela guerra e reativar a economia levaram a consolidar um olhar otimista, fundado num caráter benfeitor da C&T. Nesse período a imagem clássica do desenvolvimento linear ganha ênfase.

- **Período de Alerta:** de 1955 até 1968, ano em que os desastres nucleares e químicos, a corrida armamentista da guerra fria, a guerra do Vietnam, a manipulação irresponsável dos inseticidas e fertilizantes, etc, geraram uma grande preocupação no mundo acadêmico e na sociedade em geral. Nesse período inicia-se a ruptura com a imagem clássica da ciência, e se estabelecem as bases de uma nova imagem social da ciência. Obras como *A Estrutura das Revoluções Científicas* de Thomas Kuhn e *Primavera Silenciosa* de Rachel Carson, abrem espaço para a abordagem de estudos chamados *Social Studies of Science* – Estudos Sociais da Ciência.
- **Período de Reação:** de 1968 até os dias atuais. Reflete as reações do mundo acadêmico e da sociedade frente aos efeitos negativos e positivos da C&T. Nasce nessa fase o movimento CTS.

Em sua origem, as investigações do campo CTS tiveram suas primeiras empreitadas em universidades britânicas, logo ganhando espaço no restante da Europa e Estados Unidos, país onde ocorreu sua consolidação. Esse novo tipo de abordagem teórica iniciou-se através do chamado “Programa Forte” de Sociologia do Conhecimento Científico (SCC), com autores como Barry Barnes e David Bloor. Influenciados pela obra de Thomas Kuhn, para esses autores a ciência deixa de ser um conhecimento epistemologicamente privilegiado, passando a ser considerado um mero produto, fruto de processos sociais de negociações e formações de conceitos. Nesse caso, a busca da verdade é substituída acordos pré-casuais, como expectativas profissionais e disponibilidade instrumental (LÓPEZ CERREZO, 1999).

Dentro do enfoque CTS, identifica-se duas grandes correntes: uma de origem europeia e outra norte-americana. A corrente europeia nasceu no já mencionado “Programa Forte” de Sociologia do Conhecimento Científico, que busca desvendar os antecedentes sociais das mudanças científico-tecnológicas, demonstrando que tal desenvolvimento não é conformado somente por fatores epistêmicos, mas também, por culturais, políticos e econômicos. (LINSINGEN, 2007). Segundo López Cerezo (1998), os estudos desta corrente são basicamente de investigação acadêmica, e não visam a educação ou divulgação científica. A corrente norte-americana possui um caráter

pragmático, centrado nas consequências sociais e ambientais do desenvolvimento da C&T e com os problemas éticos e reguladores suscitados de tais consequências. Influenciada por ativistas ambientais como R. Carson e E. Schummacher, consolida-se através de participações ativas em movimentos de protestos sociais nas décadas de 60 e 70 (LÓPEZ CERREZO, 1998).

Independente das distinções dessas duas correntes, para López Cerezo (1998), os estudos CTS são elaborados dentro de três grandes direções:

- No campo da investigação, os estudos CTS surgiram como uma alternativa a reflexão tradicional da filosofia e da sociologia da ciência, promovendo uma visão não essencialista e contextualizada da atividade científica como um processo social.
- No campo das políticas públicas, os estudos CTS defendem uma regulação do desenvolvimento da C&T, promovendo a criação de mecanismos democráticos que ajudem a melhorar a participação da sociedade em políticas científico-tecnológicas.
- No campo da Educação, os estudos CTS procuram promover um olhar mais crítico e participativo no que concerne aos assuntos de C&T, servindo como tópico de estudos ou até mesmo uma disciplina oferecida no ensino médio e universitário.

4.4 A educação CTS: tomada de consciência para uma possível reação

Os problemas gerados pelo desenvolvimento da tecnociência representam um grande desafio para as futuras gerações, que enfrentarão o desafio de transformar a C&T em duas forças voltadas para o real desenvolvimento humano. Para que isso seja possível, é preciso que a postura da sociedade perante a desenvolvimento tecnocientífico seja revista. Nesse contexto, a educação aparece como uma importante ferramenta, pois o cidadão bem informado tem melhores condições de contribuir participativamente das decisões que dizem respeito aos rumos da ciência. É nesse sentido que a Educação CTS aparece como uma oportunidade para que cientistas e sociedade em geral possam refletir sobre o desenvolvimento científico-tecnológico e suas consequências, buscando maior participação no que diz respeito aos rumos da C&T. Isso entra de acordo com as idéias de Linsingen (2007), que afirma que a

educação na perspectiva CTS possibilita uma formação de indivíduos aptos a assumirem papéis ativos nos processos de tomadas de decisões conscientes e negociadas nos assuntos que envolvam ciência e tecnologia. O autor reforça:

Em outras palavras, é favorecer um ensino de/sobre ciência e tecnologia que vise à formação de indivíduos com a perspectiva de se tornarem cômicos de seus papéis como participantes ativos da transformação da sociedade em que vivem. É, igualmente, apostar no fortalecimento e ampliação da participação democrática. (LINSINGEN, 2007, p.13)

Para López Cerezo (2008), foram as correntes de ativismo social geradas pelo campo CTS, bem como as investigações acadêmicas do final da década de 60 e início da década de 70, que fizeram surgir numerosas proposta para um ensino mais crítico e contextualizado do desenvolvimento da ciência e da tecnologia no ensino médio e superior. O campo CTS demonstrou que existia uma emergência de mudanças nos conteúdos do ensino da ciência e da tecnologia, nas metodologias de ensino e nas atitudes dos educadores que trabalham com temas que envolve a C&T. A questão das “duas culturas” foi apresentada por C. P. Snow no início da década de 60, e influenciaria fortemente o campo da educação CTS. Nessa obra o autor expõe o distanciamento entre a cultura científica e a cultura humanística. Os humanistas não conhecem os conceitos básicos da ciência e os cientistas não tem conhecimento das dimensões psicológicas, sociais e éticas dos problemas científicos. Essa dicotomia cultural é resultado de um corporativismo acentuado e defensivo das instituições. A falta de contato entre as duas culturas traz graves consequências educacionais, por isso, a multidisciplinaridade do campo CTS procura aproximar as disciplinas, servindo de ponte para que o conhecimento científico torne-se mais humano. Portanto, alfabetizar cientificamente não se trata de mostrar as maravilhas da ciência, como a mídia já o faz, mas sim de disponibilizar as representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisões e compreender o que esta em jogo no discurso dos cientistas (SANTOS & MORTIMER, 2000).

Novamente López Cerezo (1998), explica que existem três modalidades principais do enfoque CTS no ensino das ciências:

1. Complementar os currículos tradicionais inserindo a matéria de CTS pura, para introduzir o estudante aos problemas sociais, ambientais, éticos e culturais do desenvolvimento da C&T. Seria uma opção para

docentes que trabalham com as humanidades e ciências sociais, para assim enfatizar os aspectos filosóficos, históricos e sociológicos das relações entre ciência e sociedade. Alguns temas como a imagem pública da ciência, bomba atômica, problemas gerados pelo crescimento demográfico, a destruição de recursos não-renováveis, a neutralidade da ciência e as dimensões econômicas do desenvolvimento científico-tecnológico são exemplos que podem nortear as aulas de CTS.

2. Complementar as matérias que ainda possuem o enfoque tradicional de ensino da ciência (como os cursos técnicos, por exemplo) com temas e conteúdos do campo CTS. Ao final das ementas, o professor pode oferecer aos alunos conteúdos com temas que possuem relação direta com o dia-a-dia, como reciclagem, composição química dos alimentos industrializados, os perigos da eletricidade, etc.
3. Reconstruir os conteúdos do ensino de C&T através da ótica CTS. Essa modalidade é indicada para professores de ciência, e procura fundir os conteúdos técnicos com a abordagem CTS, através de programas pluridisciplinares que ensinam ao aluno a teoria científica e a consequência de sua aplicação no meio social.

Na prática, a educação CTS busca formar cidadãos mais conscientes sobre a cadeia de eventos que norteia o universo da ciência e tecnologia, por exemplo, com relação ao consumo de produtos industrializados. Deve-se levar em conta não somente a eficiência e o preço do produto, mas também seus efeitos sobre a saúde, seus efeitos ambientais, o seu valor econômico, e as questões éticas relacionadas à sua produção e comercialização. O cidadão precisa estar atento na hora de consumir determinado produto se, na sua produção, foi usada mão-de-obra infantil, ou se os trabalhadores são explorados de maneira desumana; se, em alguma fase, da produção ao descarte, o produto agride o meio ambiente; se ele é objeto de contrabando ou de outra contravenção (SANTOS & MORTIMER, 2000). Em geral, a decisão entre consumir ou não um produto é tomada considerando sua função, aparência ou qualidade, e poucas vezes são considerados os aspectos sociais, ambientais e éticos envolvidos na sua produção.

Considerando a educação CTS, Rosenthal (1989) *apud* Santos e Mortimer (2000) apresenta alguns aspectos relativos à ciência que devem fazer parte dos currículos:

- **Aspecto filosófico:** buscaria compreender os aspectos éticos do trabalho científico, o impacto de novas descobertas e a responsabilidade social dos cientistas;
- **Aspecto sociológico:** procuraria discutir as influências da ciência e da tecnologia sobre a sociedade, bem como a possibilidade de utilizar a C&T para a resolução de problemas sociais;
- **Aspectos históricos:** procuraria discutir a influência da atividade científica e tecnológica na história da humanidade, bem como os efeitos de eventos históricos no crescimento da ciência e da tecnologia;
- **Aspecto político:** procura compreender as imbricações entre a C&T e os sistemas públicos e de governo, bem como o uso político da ciência e tecnologia, defesa nacional e políticas globais;
- **Aspecto econômico:** com foco nas interações entre condições econômicas e C&T, contribuições dessas atividades para o desenvolvimento econômico e industrial, consumismo e as relações de emprego e mercado de trabalho;
- **Aspecto humanístico:** procura compreender os aspectos estéticos, criativos e culturais da atividade científica, bem como os efeitos do desenvolvimento científico sobre a literatura e as artes.

Dessa maneira, a educação em ciência e tecnologia precisa trabalhar com o duplo compromisso de ensinar a ciência com todas as suas possibilidades físicas, químicas e instrumentais, mas também precisa criar condições para que se discutam seus efeitos dentro dos aspectos filosóficos, sociológicos, históricos, políticos, econômicos e humanísticos.

4.5 Tecnologia Social: adequando as possibilidades da aplicação da C&T

Como já foi explicitado em outros momentos desse trabalho, o desenvolvimento da C&T depende de cientistas capacitados e bons estudos, mas principalmente, depende de capital, por isso que existe uma relação muito próxima entre P&D e capitalismo. Dessa maneira, a ciência passa a estar inserida na lógica de mercado, pois os recursos

destinados para a pesquisa precisam gerar um “produto” de valor comercial. Assim, a ciência acaba assumindo um caráter de investimento, compromissada com a geração de capital, ficando o desenvolvimento de soluções sociais (Inclusão Social) em segundo plano, uma espécie de subproduto de todo o processo.

Essa visão crítica carrega consigo a emergência de novas abordagens para as políticas de desenvolvimento técnico-científicas, já que o modo tradicional (visão linear), onde o desenvolvimento da ciência possibilitaria o aprimoramento tecnológico, que, por conseguinte geraria mais riqueza, que finalmente ampliaria o bem-estar social, mostrou-se falho por conta dos efeitos desenfreados da ciência e de sua ineficácia no quesito da democratização do acesso e produção do conhecimento. Dessa maneira, surgem propostas que buscam uma adequação tecnológica capaz de promover a inclusão social e o uso responsável dos recursos naturais. Expressões como a Tecnologia Ambientalmente Saudável, Tecnologia Comunitária, Tecnologia de Baixo Custo, Tecnologia Participatória, Tecnologia Progressiva e Tecnologia com Face Humana, fazem parte de um mesmo campo de reflexões que procuram apresentar alternativas para a superação do modelo de Tecnologia Convencional (TC). Para essa sessão vamos utilizar a expressão Tecnologia Social (TS), pois de acordo com Dagnino (2009), as idéias de uma tecnologia alternativa à convencional assumem o termo “Tecnologia Social” no Brasil no início da presente década.

Não é equivocado admitir que a tecnologia capitalista condiciona o estilo de desenvolvimento das sociedades contemporâneas. Portanto, para que se possa construir uma sociedade distinta, é de essencial importância que a tecnologia seja modificada. Dessa maneira, como alternativa à tecnologia capitalista convencional (e tomando como pressuposto que tal mudança é possível), coloca-se a tecnologia social. (DIAS, 2006, p.1)

De acordo com Rodrigues e Barbieri (2007), a Tecnologia Social foi desenvolvida no final dos anos 60 e início dos anos 70, como alternativa às tecnologias em uso nos países desenvolvidos. Logo foram transplantadas para países em desenvolvimento, criando não somente novas possibilidades de aplicação científica, mas também um movimento capaz de “discutir a tecnologia dentro de considerações mais amplas do que a abordagem dominante, na qual prevalece a avaliação econômica e técnica realizada sob a ótica capital” (RODRIGUES e BARBIERI, 2007, p.2). De acordo com os autores, a TS ainda viria a perder força na década de 80, com o processo acelerado de globalização e a intensa competitividade econômica entre países, regiões e

empresas, porém, com as seqüelas deixadas em termos de exclusão social e degradação ambiental, o movimento ganhou nova força em meados dos anos 90.

A TS tem suas origens nos novos movimentos sociais, nas tecnologias apropriadas, no movimento CTS, na educação popular, nas metodologias de pesquisa participativas, nos métodos de trabalho e abordagem sociotécnica, entre outros (ITS, 2004). Já Dagnino, Brandão e Novaes (2004) vão buscar referência do início da TS na Índia do final do século XIX. Como estratégia de luta contra o domínio britânico, reformadores indianos procuraram reabilitar as tecnologias tradicionais de acordo com suas carências.

Entre 1924 e 1927, Gandhi dedicou-se a construir programas, visando à popularização da fiação manual realizada em uma roca de fiar reconhecida como o primeiro equipamento tecnologicamente apropriado, a Charkha, como forma de lutar contra a injustiça social e o sistema de castas que a perpetuava na Índia. Isso despertou a consciência política de milhões de habitantes das vilas daquele país sobre a necessidade da autodeterminação do povo e da renovação da indústria nativa hindu, o que pode ser avaliado pela significativa frase por ele cunhada: “Produção pelas massas, não produção em massa” (DAGNINO, BRANDÃO e NOVAES, 2004, p.5).

A frase de Gandhi ilustra a intenção da TS, que nesse caso, foi utilizada como ferramenta para minimizar a pobreza e opressão sofrida pelo povo indiano. Em suma, a TS começa pela construção de seus próprios instrumentos, suas próprias ferramentas de trabalho, procurando fazer um diálogo com a sociedade civil organizada, numa busca conjunta de práticas de intervenção social que possam contribuir para a melhoria das condições de vida da população. Além dessa aplicação, também fazem parte das agendas de discussão da TS a preocupação com questões ambientais e com fontes genéricas de energia. Rodrigues e Barbieri (2007, p.107), definem a TS como uma atividade que “compreende produtos, técnicas ou metodologias replicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social. Dagnino (1976, p.86) afirma ser “um conjunto de técnicas de produção que utiliza de maneira ótima os recursos disponíveis de certa sociedade maximizando, assim, seu bem-estar”. Finalmente, o Instituto de Tecnologia Social (2004) define a TS como “um conjunto de técnicas, metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para a inclusão social e melhoria das condições de vida”.

A TS seria uma resposta aos problemas (muitos dos quais citados ao longo do presente trabalho) gerados pela chamada Tecnologia Convencional, que reforça os

preceitos capitalistas ao submeter trabalhadores e detentores dos meios de produção a uma relação de troca desigual, perpetuando e ampliando as assimetrias de poder dentro das relações sociais e políticas. Nesse sentido, Dias (2006) afirma que a TC pode ser vista como um elemento que provoca a gradual erosão da democracia. O autor ressalta três características negativas da TC que evidenciam sua falta de compromisso com o desenvolvimento social:

1. **Segmentada:** não permitindo que o produtor direto exerça controle sobre a produção;
2. **Alienante:** suprime a criatividade do produtor direto;
3. **Hierarquizada:** exige que haja a posse privada dos meios de produção e o controle sobre o trabalho.

Outra crítica do autor sobre a TC é que ela é irradiada pelas empresas dos países desenvolvidos e simplesmente absorvida de forma acrítica pelas empresas dos países subdesenvolvidos; impondo padrões de mercado não condizentes com a realidade econômica local. Baumgarten (2006) explica que as tecnologias convencionais têm, de forma geral, em sua raiz, necessidades e demandas empresariais e das camadas ricas ou influentes da população. Elas estão relacionadas com as necessidades de aumento de lucratividade e são poupadoras de mão-de-obra.

Dagnino (2004) expõe alguns pontos sobre a TC:

- Mais poupadora de mão-de-obra do que seria conveniente;
- Possui escalas ótimas de produção sempre crescentes;
- Ambientalmente insustentável;
- Intensiva em insumos sintéticos e produzidos por grandes empresas;
- Sua cadência de produção é dada pelas máquinas;
- Possui controles coercitivos que diminuem a produtividade.

4.6 Tecnologia social: uma ferramenta em prol da inclusão social

A ineficácia da TC fica evidente em momentos de crise dos mercados globais, onde o sistema produtivo começa a mostrar falhas e não consegue mais suprir carências e incluir até mesmo a sua força de trabalho especializada. Altos índices de desemprego, aumento de índices de violência e criminalidade e o aprofundamento da pobreza são

graves consequência do capitalismo globalizado, sentido inicialmente por países pobres, mas que agora começa a ganhar espaço em países desenvolvidos.

Para Rodrigues e Barbieri (2007) a preocupação com processo de produção da tecnologia social está voltada prioritariamente para a emancipação dos atores envolvidos, tendo no centro os próprios produtores e usuários dessas tecnologias, assim, a TS é capaz de promover a construção de soluções de modo coletivo pelos que irão se beneficiar dessas soluções para que possam atuar de maneira autônoma. Dessa maneira, os usuários não estão sujeitos exclusivamente a soluções importadas ou produzidas por equipes especialistas, a exemplo de muitas propostas da TC.

Dagnino (2004) pontua duas razões para se conceber a tecnologia social: a primeira é pelo fato da tecnologia convencional (TC), predominante e em consonância com o pressuposto do desenvolvimento linear da C&T não ser adequada para promover a inclusão social (IS). Para o autor, a TC é crescentemente eficiente para os propósitos de maximização do lucro dentro da empresa capitalista, o que acaba atrapalhando o surgimento de iniciativas sociais. Para Rodrigues e Barbieri (2007), a competitividade baseada em inovações organizacionais, alianças estratégicas e incorporação sistemática de novas tecnologias intensivas em P&D não deixou espaço para que outros tipos de propostas prosperassem, tornando-se o discurso e a prática empresarial e governamental dominantes. A outra razão é por que se percebe que as instituições públicas envolvidas com a geração de conhecimento científico e tecnológico (universidades, centros de pesquisa etc.) parecem ainda não estar plenamente capacitadas para desenvolver tecnologias capazes de viabilizar a IS. Corrêa (2009) afirma ser comum que os conhecimentos produzidos na universidade não sejam divulgados para as coletividades locais, que circulam fora do meio acadêmico, o que faz com que essas coletividades muitas vezes desconheçam as potencialidades da universidade em colaborar para a solução de seus problemas locais.

Ainda de acordo com Dagnino, Brandão e Novaes (2004) e Rodrigues e Barbieri (2007), são algumas características da TS:

- Participação comunitária no processo decisório de escolha tecnológica;
- Baixo custo dos produtos ou serviços finais e do investimento necessário para produzi-los;
- Pequena ou média escala de produção;

- Comprometimento claro com a geração e distribuição de renda, saúde, emprego, nutrição, habitação, etc;
- Simplicidade organizacional;
- Alto grau de adaptabilidade ao ambiente sociocultural;
- Auto-suficiência local e regional;
- Compromisso ambiental (utilizando-se recursos renováveis).

Dessa maneira, fica claro que a TS possui uma ligação direta com a inclusão social (IS). Para Baumgartem (2006) as tecnologias sociais podem tornar-se a base em torno da qual é possível articular uma ampla rede de atores sociais. Ao mesmo tempo, a inovação social com base em tecnologias sociais precisa ser estruturada em modelos flexíveis, pois nem tudo que é viável em um lugar e para uma determinada situação o será para outra mesmo que semelhante.

Para Rocha Neto (2002), a TS precisa de um ambiente interdisciplinar, no qual as ciências sociais interajam com as ciências do ambiente, para assim ampliar as possibilidades das atividades de pesquisa e realizar projetos de relevância social com a colaboração de diferentes áreas do conhecimento. Desse modo, de acordo com Baumgarten (2002), entende-se que seja possível trabalhar com a formulação de uma idéia de tecnologia social no qual a técnica seja tomada como um instrumento de emancipação social e não como meio de dominação, forma de controle ou causa de exclusão social. Essa perspectiva seria o ponto de partida para a busca de mediações, entre a universidade e a sociedade, que viabilizem a geração de conhecimentos que possam ser apropriados e utilizados na busca da sustentabilidade social e econômica.

Segundo Dagnino (2004), a tecnologia social deveria ter como base os empreendimentos autogestionários e as micro e pequenas empresas. Assim, ela deveria ser adaptada à pequena escala, tanto no sentido físico quanto financeiro, o que favoreceria os trabalhadores e pequenos proprietários em geral, além de não criar uma discriminação entre patrões e empregados e permitir a plena utilização do potencial criativo do produtor direto. Por fim, a tecnologia social estaria mais imbricada à realidade das sociedades locais, de modo que pudesse gerar respostas mais adequadas aos problemas colocados em um determinado contexto. O autor ainda afirma que é através de uma remodelagem de artefatos e tecnologias capitalistas já existentes que os diversos grupos sociais poderiam adequar os elementos da técnica aos seus interesses, em um processo essencialmente democrático, batizado de “adequação sociotécnica”.

Dias (2006) afirma que o caráter democrático da TS permite que um novo tipo de tecnologia e, em última instância, um novo modelo de sociedade, sejam gerados pela coletividade, e não apenas por um pequeno número atores, dentre os quais as grandes empresas multinacionais e o alto clero da comunidade científica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Demonstramos no primeiro capítulo do presente trabalho que o homem, animal dotado de racionalidade, sempre teve uma relação íntima com a técnica, que o ajudou a enfrentar as intempéries da sua sobrevivência. Ao potencializar sua força manual através de ferramentas e utensílios, ele tornou-se capaz de ampliar suas chances de sobrevivência, adaptando o mundo a sua volta de acordo com suas necessidades. Os objetos criados a partir de pedras, galhos e ossos serviam como uma extensão de suas mãos, naturalmente fracas, mas aptas a carregar e manipular tais objetos. Portanto, é certo que o homem só consegue caracterizar-se como *homo sapiens* porque assume também a característica do *homo faber*, como animal capacitado a fabricar utensílios para transformar a natureza.

A característica do *homo faber* não serviu somente para facilitar sua vida no meio natural, mas também foi decisiva para que ele desenvolvesse a ciência moderna no século XVII. Através das teorias de grandes filósofos como Descartes e Bacon, além de experimentos de cientistas como Galileu, o homem passou a dar grande importância à ciência empírico-instrumental, que a partir de então, passou a nortear as concepções de mundo. A técnica unida à ciência gerava a tecnologia, que se corretamente aplicada, poderia ampliar o grau de entendimento sobre as coisas. Dessa maneira, iniciou-se uma era mecanicista e materialista, onde a ciência se voltava para resultados práticos e palpáveis. Nesse momento começou-se a acreditar que o bem estar do homem só seria possível com o contínuo desenvolvimento científico. No final do século XVIII e início do século XIX, com a invenção da máquina a vapor, ficou clara a importância da tecnologia, que se tornou uma força imperativa, possibilitando a Revolução Industrial e o surgimento do capitalismo, trazendo novas perspectivas para as relações de trabalho e organização social.

A crescente industrialização do século XX fez da C&T a base para seu sucesso. Uma indústria moderna e bem equipada poderia produzir maior quantidade de um determinado produto num tempo mais curto e com menos mão-de-obra, atendendo assim o crescente mercado consumidor. Porém, essa regra gerava grandes desconfortos para a classe trabalhadora, que se submetia a jornadas desumanas de trabalho. Nessa mesma época, a indústria passa a estar atreladas à produção bélica, impulsionando o maquinário de guerra de países em combate. As duas grandes guerras destacaram-se pela utilização de aviões, mísseis e armas químicas, elevando seu poder de ataque e

destruição. Essa relação com a máquina de guerra começaria a manchar a imagem da ciência, mas foi somente depois do lançamento das bombas de Hiroshima e Nagasaki, em 1945, que se instaurou um profundo estado de temor e alerta sobre a aplicação da ciência. Nos anos subseqüentes outros eventos, como a Guerra Fria, a utilização irresponsável de agrotóxicos na agricultura, a depredação do meio ambiente e o desemprego, trouxeram a discussão sobre a aplicação da ciência para dentro das agendas da filosofia e da sociologia da ciência. O termo tecnociência começa a ser utilizado dentro dos ECTS, denunciando as desconfigurações geradas pelo cruzamento ciência/tecnologia.

No capítulo dois, através de autores clássicos da sociologia da ciência, pudemos compreender melhor como ocorre internamente e epistemologicamente o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, demonstrando que seus preceitos não são construídos somente por regras científicas, mas também passam por determinadas construções sociais. Robert Merton foi o primeiro sociólogo da ciência a compreender que a ciência pode sofrer influências sociais que prejudicam seu rendimento, por isso, ao formular os imperativos institucionais, enumerou importantes regras para a que a práxis científica não sofra influências do meio externo/social. Charles Pierce Snow também trouxe significativas contribuições, trazendo para o centro das discussões a necessidade de haver um diálogo interdisciplinar entre humanistas e cientistas. A sua visão das duas culturas continua sendo um profícuo campo de debate dentro das mais variadas disciplinas. Pierre Bourdieu procurou ampliar ainda mais o debate sobre o meio científico, demonstrando as relações de poder e dominação existentes no campo da ciência. Ao trabalhar o conceito de *capital científico*, o sociólogo demonstra que existe uma luta hierárquica para alcançar legitimidade dos ambientes onde se pratica a ciência. Karl Popper demonstrou, através de seu conceito de falseabilidade, que a ciência não deve se ocupar em encontrar uma verdade absoluta, mas sim deve buscar um conceito válido, que possa suprir a necessidade de explicação durante um período, mas que com o passar do tempo, será substituído por outro conceito. Já Thomas Kuhn mostrou que o desenvolvimento da ciência não ocorre através de uma acumulação de conhecimentos, mas sim através de rupturas com as noções pré-existentes, o que coloca em dúvidas a noção de “progresso” dentro do campo científico. O Programa Forte de David Bloor e Barry Barnes, trouxe para dentro das análises sociológicas os antecedentes e condicionantes da ciência, procurando compreender a partir dos erros e acertos sua constituição. E finalmente, as contribuições sociológicas de Bruno Latour, que foi

literalmente a campo buscar subsídios para suas teorias. Ao adentrar aos laboratórios, para promover sua leitura etnográfica, Latour constatou que a ciência não se distingue de outras atividades sociais. A aparente superioridade cognitiva derivada da racionalidade científica é um postulado epistêmico falso, já que o cientista, como qualquer outro ator social, é alguém que se utiliza de estratégias persuasivas para garantir a aceitação dos seus enunciados.

No capítulo três, compreendemos que C&T não se relacionam somente com o progresso e com a resolução de problemas sociais, ao contrário, essas duas forças unidas podem ser grandes fontes de perigos para a humanidade. As chamadas controvérsias sócio-técnicas também devem ser consideradas uma face do modelo tecnocientífico atual. O estado de inquietação de alguns sociólogos como Boaventura de Sousa Santos, Andrew Feenberg e Ulrich Beck, ilustra o sentimento da população mundial quando esta se defronta com problemas como a crescente depredação ambiental gerada pelos desmatamentos indiscriminados, pelo uso irresponsável de agrotóxicos e por constantes vazamentos de materiais químicos nos mares e oceanos. Essa inquietação potencializa-se quando o assunto é energia nuclear. As bombas de Hiroshima e Nagasaki representam o primeiro golpe na noção de “ciência salvadora e compromissada com bem-estar social”. Acidentes nucleares como o ocorrido em Chernobyl na década de 80 e mais recentemente em Fukushima, além das constantes tensões geradas pela possibilidade de países com o Irã estarem fabricando arsenais nucleares, evidenciam ainda mais a tensão gerada pela utilização irresponsável da C&T.

Outro problema citado no capítulo três é o contraste entre países com alto índice de desenvolvimento científico e industrial daqueles com industrialização tardia e deficitária. O subdesenvolvimento de países do hemisfério sul, onde milhares de pessoas ainda vivem em meio à pobreza contrasta com a riqueza dos países do hemisfério norte, onde a população alcançou um padrão digno de sobrevivência. Nesse caso, as políticas de C&T dos países em desvantagem não conseguem incentivar a criação de fontes próprias e autônomas de P&D, e por isso, vivem em uma relação de dependência com os países que possuem tecnologia de ponta. A oferta de subsídios e baixos impostos, além de mão-de-obra mais barata, soluções de países com baixa industrialização para atrair investimentos externos, não altera essa lógica de dependência científica e tecnológica. Porém, o problema talvez não se encontre na industrialização tardia desses países, mas sim no próprio sistema industrial da modernidade. O grande exemplo é o *way o life* norte-americano, copiado e almejado

mundialmente, mas que está pautado num modelo de consumo altamente poluidor e produtor de desperdício. Caso esse modelo fosse efetivado globalmente, unido ao contínuo contingente de aumento populacional, em pouco tempo causaria um colapso no planeta, por conta da poluição atmosférica e da capacidade limitada de exploração dos recursos naturais.

No quarto e último capítulo, depois de termos nos ocupado em compreender e criticar o desenvolvimento da C&T, apresentamos algumas possibilidades que buscam amenizar os efeitos negativos da tecnociência. Através do olhar de Edgar Morin, compreendemos a necessidade de uma postura auto-reflexiva da ciência, já que segundo o próprio autor, a mesma ciência que desenvolveu metodologias surpreendentes, não consegue desenvolver nenhum método para se conhecer e se pensar. O primeiro passo para a mudança do modelo atual de tecnociência é tomar a devida consciência da necessidade de uma postura reflexiva. Ao utilizar o exemplo de Albert Einstein, reforçamos ainda mais esse posicionamento, mostrando que os efeitos da aplicação de determinados produtos científicos e tecnológicos (nesse caso a bomba atômica) fogem do controle dos cientistas, que acabam se tornando co-responsáveis pelo legado negativo de seus experimentos. Nesse ponto concordamos com Morin, que clama por uma ciência com consciência.

Para ajudar nessa tomada de consciência, também fomos buscar subsídios no campo CTS, que ao tentar compreender as relações entre a ciência, tecnologia e sociedade, acaba destacando os aspectos negativos associados aos avanços tecnocientíficos. Ao buscar essa abordagem, o campo denuncia, a partir de perspectivas ambientais, políticas, econômicas e sociológicas, o distanciamento entre a ação e a reflexão científica. Ao promover o rechaço à visão linear do desenvolvimento científico e tecnológico (+ ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social) o campo CTS traz para o centro dos debates a necessidade de se desenvolver uma postura crítica e participativa nos assuntos que concernem o desenvolvimento da C&T. Transformar os estudos do campo CTS em disciplina, promovendo a Educação CTS seria, nesse caso, uma oportunidade para a formação de indivíduos mais críticos e aptos a assumirem papéis ativos e conscientes nessas questões.

Para finalizar a discussão, apresentamos os conceitos da Tecnologia Social como uma via alternativa ao modelo de desenvolvimento tecnocientífico criticado nesse

trabalho. Ela foi escolhida por estar em consonância com um modelo de desenvolvimento científico e tecnológico democrático, capaz de promover a construção de soluções que visam o bem-estar social em detrimento das regras do mercado capitalista. Enquanto a Tecnologia Convencional (tecnocientífica) busca maximizar seus lucros através de um sistema segmentado e hierarquizado, a Tecnologia Social busca participação comunitária nos processos decisórios, comprometendo-se com a geração e distribuição de renda, saúde, nutrição e habitação, além de possuir acentuado compromisso ambiental. Dessa maneira, fica evidente que sua proposta procura dar um tom mais humanista às possibilidades de desenvolvimento da C&T.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADORNO, T.W. & HORKHEIMER, M. **Dialética do Esclarecimento**. Fragmentos filosóficos. Tradução de Guido Antônio de Almeida. Rio de Janeiro, Zahar, 1994.

ALENCASTRO, M. S. C. **A ética de Hans Jonas: alcances e limites sob uma perspectiva pluralista**. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - UFPR, 2007. Disponível em: <http://www.estig.ipbeja.pt/~ac_direito/tese_alencastro.pdf>. Acesso: 20 de maio de 2011.

ALMEIDA, J. P. **Detonando a sociedade tecnológica: Unabomber, o rebelde explosivo**. 2007 Sep 24. Revista de História Regional [Online] 5:1. Disponível: <http://www.revistas.uepg.br/index.php?journal=rhr&page=article&op=view&path%5B%5D=154> Acesso: 07 de maio de 2011.

ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. **Ciência e tecnologia; implicações sociais e o papel da educação**. Ciência & Educação, Bauru, v. 7, n. 1, p. 15-27, 2001.

AQUINO, A, M; ASSIS, R, L. (ed. téc.) 1ª Ed. **Agroecologia: Princípios e técnicas para uma agricultura**. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

ARENDT, H. **A condição humana**. 5.ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1991.

ARAÚJO, F. M. de B.; ALVES, E. M.; CRUZ, M. P. **Algumas reflexões em torno dos conceitos de campo e de habitus na obra de Pierre Bourdieu**. Revista Perspectivas da Ciência e Tecnologia, v. 1, n.1, p.31-40, jan-jun 2009.

BACON, F. **Novum Organum ou Verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza**. Tradução e notas de José Aluysio Reis de Andrade. Os Pensadores. 3ª edição. São Paulo: Abril Cultural, 1984;

_____, F. **Novum organum ou verdadeiras indicações acerca da interpretação da Natureza; Nova Atlântida**. In: OS PENSADORES - HISTÓRIA DAS GRANDES IDÉIAS DO MUNDO OCIDENTAL. Tradução e notas de José Aluysio Reis de Andrade. 1ª ed. São Paulo: Abril Cultural, 1973, 278 p.

BAUMGARTEN, M. **Natureza, trabalho e tecnociência**. In: CATTANI, A. Trabalho e tecnologia: dicionário crítico. Petrópolis: Vozes, 2002.

_____, M. **Tecnologia**. In: CATTANI, A. (org.) Dicionário crítico sobre trabalho e tecnologia. Porto Alegre: Vozes, 2002.

_____, M. **Tecnologias sociais e inovação social**. In: CATTANI, Antônio David; HOLZMANN, Lorena (org.). Trabalho e Tecnologia: dicionário crítico. Porto Alegre, Ed. UFRGS, 2006. Disponível em: <http://www.gpcts.furg.br/DOC%20PDF/TecnologiasSociaisInovacaoSocialrev06.pdf>. Acesso: 03 de fevereiro de 2012.

_____, M (2003). **O Brasil na Era do Conhecimento – políticas de ciência e tecnologia e desenvolvimento sustentado**. Porto Alegre: PPGS-UFRGS.

BAPTISTA, R. F. **Constituição e reconfiguração da sociologia da ciência: as abordagens de Merton, Bloor e Latour.** In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE SOCIOLOGIA, 2009, Rio de Janeiro.

BAZZO, W. A.; PINHEIRO, N. A. M. e SILVEIRA, R. M. C. F. **O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque.** Revista Iberoamericana de Educación, n.º 49/1 – 25 de março de 2009.

BECK, U; GIDDENS, A; LASH, S. **Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna.** São Paulo: UNESP, 1997.

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

BLOOR, D. **Knowledge and social Imagery.** London: Routledge & Kegan Paul, 1976.

BOURDIEU, P. **O Campo Científico.** In: Ortiz, Renato (org.). Coleção Grandes Cientistas Sociais, n 39, Editora Ática, São Paulo, 1983.

_____, P. **Os usos sociais da ciência: por uma sociologia clínica do campo científico.** São Paulo: Editora UNESP, 2004.

BRAUMANN, P. J. **Tecnologia, economia e globalização.** Painel do Diálogo transatlântico: o processo de globalização e a revitalização de identidades culturais nas mega-regiões, IV Encontro Ibero-americano de Ciências da Comunicação – IBERCOM, Santos, Brasil (publicado posteriormente pela Revista Estudos de Sociologia, FCL – UNESP, Araraquara, São Paulo, Brasil, Ano 3, n.º 6, 1999.

BRÜSEKE, F. J. **O Problema do desenvolvimento sustentável.** In: CAVALCANTI, C. (org.). Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez, 2003. p.29-40.

CASTELLS, M. **A Era da Informação: economia, sociedade e cultura.** vol. 3, São Paulo: Paz e terra, 1999, p. 411-439.

CARVALHO, M, G. **Tecnologia, desenvolvimento social e educação tecnológica.** Educação Tecnologia, Curitiba/PR, v. 1, p. 70-87, 1997.

CARVALHO, M. C. M. **Construindo o Saber: fundamentos e técnicas de metodologia científica.** Campinas: Papirus, 1991.

CASSIOLATO, J. E. e LASTRES, H. M. M. (eds.) **Globalização e inovação localizada: Experiências de Sistemas Locais no Mercosul.** Brasília: IBICT/IEL, 1999.

CHALMERS, A.F. (1997). **O Que é ciência, afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CORRÊA, M. 2008 Jul 9. **Ciência & tecnologia e saúde: políticas públicas. Indicadores Econômicos FEE.** Disponível em:

<http://revistas.fee.tche.br/index.php/indicadores/article/view/520/756> Acesso: 26 de maio de 2011.

CORRÊA, R. F. **Tecnologia e inclusão: perspectivas de tecnologias sociais no Brasil contemporâneo**. III Simpósio Nacional de Tecnologia e Sociedade: Desafios para Transformação Social. Curitiba, PR – 2009.

CRATO, N. **A terceira cultura**. (Expresso: 11-07-1998). Disponível em: <http://nautilus.fis.uc.pt/cec/arquivo/Nuno%20Crato/1998/19980711%20A%20terceira%20cultura.pdf>. Acesso: 09 de janeiro de 2012.

CUPANI, A. O. **O propósito do Ethos na Ciência**. In.: Episteme . Porto Alegre, v. 3, n. 6, 1998.

DAGNINO, R. **Um Debate sobre a Tecnociência: neutralidade da ciência e determinismo tecnológico**. 2007. Disponível em < http://www.ige.unicamp.br/site/aulas/138/UM_DEBATE_SOBRE_A_TECNOCIENCIA_DAGNINO.pdf >. Acesso: 23 de novembro de 2010.

_____, R. **Os estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Política Científica e Tecnológica: buscando coerência na Ibero-América**. Campinas, 104 p, 2005. [Ainda não publicado].

_____. R (org.). **Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade**. Campinas: IG/UNICAMP, 2009.

_____, R. **A tecnologia social e seus desafios**. In: FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. Tecnologia Social: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. p. 187-209.

DAGNINO, R; BRANDÃO, F.C. e NOVAES, H.T. (2004). **Sobre o marco analítico conceitual da tecnologia social**. In: LASSANCE Jr, A. et. al. Tecnologia Social – uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro, Fundação Banco do Brasil.

DESCARTES, R. **Discurso do Método**. Tradução de Enrico Corvisieri. São Paulo: Editora Nova Cultural Ltda, 2000. – (Coleção Os Pensadores).

DIAS, R. **Tecnologia social: atores sociais e medidas de PCT**. Texto GAPI para discussão, 2006.

DOSI, G. **The Contribution of Economic Theory to the Understanding of a Knowledge-Based Economy**. June 1995. Disponível em: <http://www.iiasa.ac.at/Admin/PUB/Documents/WP-95-056.pdf> > Acesso: 26/05/2011.

DRUMOND, J.G.F. **CIENTÍFICA**. Montes Claros: Unimontes, v.2, n.2, setembro/2001.

DUPUY, J, P. **A catástrofe de Chernobyl vinte anos depois**. Estudos Avançados, 2007, vol.21, n. 59.

DUPAS, G. **Ética e poder na sociedade da informação: de como a autonomia das novas tecnologias obriga a rever o mito do progresso.** 2. ed. ver. ampl. São Paulo: Ed. UNESP, 2001.

_____, G. **O mito do progresso; ou progresso como ideologia.** São Paulo: Editora UNESP, 2005.

FERREIRA, A.P. NAVARRO, M. A. SOARES, B. E. C. **Desenvolvimento sustentado e consciência ambiental: natureza, sociedade e racionalidade.** Ciências & Cognição 2004; Vol 02: 42-49. Julho de 2004.

FEENBERG, A. **Do essencialismo ao construtivismo – A filosofia da tecnologia numa encruzilhada.** Publicação interna. São Carlos: UFSCar, 2003. Disponível em: <http://www.rohan.sdsu.edu/faculty/feenberg/portu1.htm>. Acesso: 26 de maio de 2011.

_____, A. **A filosofia da tecnologia numa encruzilhada.** Tradução de Newton Ramos de Oliveira. 2005. Disponível em: <http://www.sfu.ca/~andrewf/portu1.htm>. Acesso: 26 de maio de 2011.

FRIEDMANN, G. **7 estudos sobre o homem e a técnica.** São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1968.

FREITAS, R. S. **Em busca da Sociologia não paroquial.** Rev. bras. Ci. Soc., São Paulo, v. 13, n. 38, Oct. 1998. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-69091998000300009&lng=en&nrm=iso. Acesso: 05 Janeiro de 2012.

FURTADO, C. **A invenção do subdesenvolvimento.** Revista de Economia Política, vol 15, n° 2 (58), abril-junho/95.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIDDENS, A. **As consequências da modernidade.** Tradução Raul Fiker. São Paulo: Editora Universidade Estadual Paulista, 1991.

_____, A. **Modernidade e identidade.** Tradução, Plínio Dentzien. — Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002.

GIDDENS, A; BECK, U; LASH, S. **Modernização Reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna.** São Paulo 1997: UNESP.

GOMES, J.C.C. **Bases epistemológicas da agroecologia.** In: AQUINO, A.M.; ASSIS R.L. (Ed.) Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005a. p. 73-99.

GOMES, J. C. C. GUASP. J. T. **Bases epistemológicas para a ação e pesquisa em Agroecologia.** In: Encontro Internacional sobre Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Botucatu, 2001.

GOMEZ, C, M.; COSTA, S. **A construção do campo da saúde do trabalhador: percurso e dilemas.** In: Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 13 (supl.2): 95-

109, 1997.

GUSMÃO, L. **A crítica da epistemologia na sociologia do conhecimento de Karl Mannheim**. Soc. estado. Brasília, v. 26, n. 1, Abril. 2011 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-69922011000100011&lng=en&nrm=iso>. Acesso: 19 de Janeiro de 2012.

HAWKING, Stephen. **O Universo numa Casca de Noz**. Mandarim, 2002. São Paulo.

HOBBSAWM, E. **Era dos Extremos – O Breve século XX 1914 – 1991**. São Paulo, Companhia das Letras, 1994.

HUBERT, S. **Globalização e glocalização: problemas para países em desenvolvimento e implicações para políticas supranacionais, nacionais e subnacionais**, in LASTRES, H. 2 et al. Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento, UFRJ/Contraponto, Rio, 2005.

IANNI, O. **Capitalismo, Violência e Terrorismo**. Rio de Janeiro : Civilização Brasileira, 2004.

ITS (Instituto de Tecnologia Social). **Reflexões sobre a construção do conceito de tecnologia social**. In: DE PAULO, A. et al. Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004.

JACOBI, P, R. **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 31, n. 2, p. 233-250, maio/ago. 2005.

JONAS, H. **O princípio responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica**. Tradução de Danilo Marcondes. Rio de Janeiro: Ed. da PUC Rio, 2006.

KROPF, S.P. & FERREIRA, L.O. **A prática da ciência: uma etnografia no laboratório**. História, Ciências, Saúde. vol. IV (3). p. 589-97. 1998.

KROPF, S. P.; LIMA, N. T. **Os valores e a prática institucional da ciência: as concepções de Robert Merton e Thomas Kuhn**. Hist. cienc. saúde-Manguinhos, Rio de Janeiro, v. 5, n. 3, Feb. 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59701999000100002&lng=en&nrm=iso>. Acesso: 25 de Janeiro de 2012.

KRASILCHIK, M. **Apresentação**. In: SNOW, CP. As duas culturas e um segundo olhar. Trad. por Renato Rezende Neto. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1993.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 3.ed. São Paulo: Perspectiva, 2009.

_____, T. S. **O caminho desde A Estrutura: ensaios filosóficos, 1970 – 1993, com uma entrevista autobiográfica**. Editado por James Conant e John Haugeland; tradução de Cesar Mortari; revisão técnica Jézio Hernani B. Gutierrez. São Paulo: Editora UNESP, 2006.

- LATOURE, B.; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume & Dumará, 1997.
- LATOURE, B. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afóra**. São Paulo: UNESP, 2000.
- LASTRES, H. M. M. e ALBAGLI, S. (eds) **Informação e Globalização na Era do Conhecimento**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.
- LASTRES, H; CASSIOLATO, J; LEMOS, C; MALDONADO, J; & VARGAS, M. (1998). **Globalização e inovação localizada** (Nota técnica n.1). Rio de Janeiro, RJ: Instituto de Economia/ UFRJ.
- LEMONS, C. **Inovação na Era do Conhecimento**. In: LASTRES, H. M.M; ALBAGLI, S. Informação e globalização na era do conhecimento. Rio de Janeiro: Campus, 1999.
- LEMKE, J L. **Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir**. Enseñanza de Las Ciencias. Barcelona, v. 24, n. 1, pp. 5-12, mar 2006.
- LINSINGEN, I. V. **Perspectiva educacional CTS: Aspectos de um campo em consolidação na América Latina**. Ciência e Ensino, v.1, n especial, 2007.
- LÓPEZ CERREZO, J. A. **Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos**. Revista Iberoamericana de Educación, OEI, n. 18, set./dez. 1998. Disponível em: <<http://www.oei.es/oeivirt/rie18a02.htm>> Acesso: 12 de junho de 2008.
- _____. **Los estudios de ciencia, tecnología y sociedad**. Revista Iberoamericana de Educación, OEI, n. 20, maio/ago. 1999. Disponível em:<<http://www.oei.es/salactsi/cerezorie20.htm>>. Acesso: 18 de junho de 2008.
- MARQUES, A. **A Doutrina do Falseamento em Popper**. Disponível em: <http://www.cfh.ufsc.br/~wfil/popper5.htm>. Sem data de publicação. Acesso: 12 de janeiro de 2012.
- MAZOCCO, F. J. **A midiatização das patentes sob o olhar CTS**. 2009. 154 f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) - Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.
- MATTEDI, M. A. **A sociologia da pesquisa científica: o laboratório como unidade de análise sociológica**. Teoria & Pesquisa, v. XVI, p. 51-70, 2007.
- MARTÍNEZ ÁLVAREZ, F. **Hacia una visión social integral de la Ciencia y la Tecnología**. 1999. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/vision.htm>>. Acesso: 24 de dezembro 2011.
- MORAES, M. **A ciência como rede de atores: ressonâncias filosóficas**. História, Ciências, Saúde–Manguinhos, Rio de Janeiro, vol. 11, n.2, p. 321-333, mai./ago. 2004.

MAIA, I. M. **O desenvolvimento da ciência em Thomas Kuhn**. Disponível em: <<http://www.consciencia.org/thomas-kuhn-ciencia>>. Acesso: 10 de janeiro de 2012.

MARX, K. **O Capital. Livro I, Capítulo VI Inédito**. 1978. São Paulo: Ciências Humanas.

MARX, K. **1975 El Capital** (México: Siglo XXI) Tomo I.

_____, K. **O Capital**. São Paulo: Abril Cultural, 1984. V. I, Tomo II.

MALDONADO, J. **Tecno-globalismo e Acesso ao Conhecimento**. In: LASTRES, H. M.M; ALBAGLI, S. Informação e globalização na era do conhecimento. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

MARTINS, C. B. **A Pluralidade dos mundos e das condutas sociais: a contribuição de Bourdiei para a sociologia da educação**. Versão modificada e ampliada do artigo Estrutura e ator: a teoria da prática em Bourdieu. Revista Educação e Sociedade n 27, setembro de 1987.

MARQUES, A. (s.d.). **As Revoluções Científicas De Thomas Kuhn (1922-1996)**. Disponível em <http://www.cfh.ufsc.br/~wfil/kuhn1.htm>. Acesso: 10 de Janeiro de 2012.

MERÇON, F.; QUADRAT, S.V. **A Radioatividade e a Historia do Tempo Presente**. Química Nova na Escola, n. 19, p. 27-30, 2004.

MERTON. R. K. **Teoría y Estructura Sociales**. México-Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 1964.

MEIS, L. **Ciência, Educação e o Conflito Humano-Tecnológico**. 2. ed.ver. e ampl. São Paulo: Editora SENAC, 2002 145 p.

MÉSZÁROS, I. **O poder da ideologia**. São Paulo: Boitempo, 2004.

_____, I. **Monthly Review**. vol. 58, nº 11, Abril/2007. Tradução de Jorge Figueiredo.

MORIN, E. **Ciência com Consciência**. 8ª ed.Trad. Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. Rio de Janeiro: Bertrand, 2005.

_____, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MORAES, B. T. F, Moreira, W. C. **A Carta de Einstein de 1939 e o ‘Projeto Manhattan’**. IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica. Belém – PA – 2009.

MOURÃO, R, R, F. **Hiroshima e Nagasaki: razões para experimentar a nova arma**. Sci. stud., São Paulo, v. 3, n. 4, Dec. 2005 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662005000400011&lng=en&nrm=iso>. Acesso: 09 de maio de 2011.

NOGARE, P, D. **Humanismos e anti-humanismos: introdução à antropologia filosófica**. Rio de Janeiro: Vozes Ltda, 1977.

NUÑEZ, J, J. **La ciencia y la tecnología como procesos sociales**. Jorge Núñez Jover. __ La Habana: Editorial "Félix Varela", 1999.

OLIVEIRA, A, S. **O cristianismo e o dever da civilização tecnológica**. In: Oliveira, Admarco Serafim (.et.al.). Introdução ao pensamento filosófico: São Paulo: Loyola, 1981, (p. 176-179)

OLIVEIRA, M.B. **Desmercantilizar a tecnociência**. In: SANTOS, B.S. (org.). Um discurso sobre as ciências revisitado. São Paulo: Cortez, 2004.

OLIVEIRA, I. ; NASCIMENTO, Silvania Sousa ; REZENDE, F. **Crenças epistemológicas a respeito das ciências naturais e humanas no discurso de estudantes universitários**. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis. Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009. v. 1. p. 1-12.

POPPER, K.R. **Lógica da pesquisa científica**. São Paulo: EDUSP, 1985.

_____, K. R. **Conocimiento Objectivo**. Madrid, Editorial Tecnos, 2ª ed., 1982, p. 83.

POSTMAN, N. **Tecnopólio: a rendição da cultura à tecnologia**. São Paulo: Nobel, 1994.

RATTNER, H. F. **Crônica de uma catástrofe anunciada**. Revista Espaço Acadêmico - Nº 119 – Ano X - Abril de 2011.

RAUPP, F. M.; BEUREN, I, M. **Seleção de investimentos com otimização de recursos escassos através de um modelo de integração entre a programação dinâmica e o EVA**. Pensar Contábil, Rio de Janeiro, v. VI, n. 25, p. 26-31, 2004.

RATTNER, H. **Fukushima – crônica de uma catástrofe anunciada**. Revista Espaço Acadêmico. v. 10, n. 119 (2011).

REALE, G., ANTISERI, D. (1990). **História da filosofia: Do humanismo a Kant**. São Paulo, SP: Paulus.

ROUSSEAU, J. J. **Discurso sobre as ciências e as artes**, in Discurso sobre a origem e os fundamentos da desigualdade entre os homens, tradução de Maria Ermantina Galvão, 3ª Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

RODRIGUES, I.; BARBIERI, J. C. **A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável**. Revista de Administração Pública. Rio de Janeiro. V. 42 (6). p. 1069-1094. nov/dez 2007.

RODRIGUES JÚNIOR, L. **Karl Mannheim e os problemas epistemológicos da**

Sociologia do Conhecimento: é possível uma solução construtivista?. In. Episteme, Porto Alegre, n. 14, jan./ jul. 2002. pp. 115-138.

ROCHA NETO, I. **Tecnologias Sociais**. Revista Diálogos, v. 1, p. 8-16, 2002.

Disponível em:

<http://www.ieham.org/html/docs/Tecnologias_Sociais_Conceitos_e_perspectivas.pdf.

Acesso: 25 de Janeiro de 2012.

ROSA, L. P. Não ficará ninguém para contar. Lua Nova, São Paulo, v. 2, n. 2, Sept. 1985. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-64451985000300015&lng=en&nrm=iso)

64451985000300015&lng=en&nrm=iso>. Acesso: 16 de maio de 2011.

RUSSEL, B. **Historia da filosofia ocidental: livro terceiro**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1968.

SANTOS, B.S. **Da sociología da ciencia à política científica**. Rev. Crit. Cienc. Soc., Coimbra, v. 1, p. 11-31, 1978.

_____, B. S. **Introdução a uma ciência pós-moderna**. Rio de Janeiro: Graal, 1989.

_____, B. S. **Um discurso sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna**. Estud. av. [online]. 1988, vol.2, n.2, pp. 46-71.

SANTOS, E. R. A. **Apropriação do conhecimento científico: o sistema patentário a partir do enfoque CTS** / Elis Regina Alves dos Santos. -- São Carlos: UFSCar, 2010.

SANTOS, W. & MORTIMER, E. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira**. Ensaio: pesquisa em educação em ciências, vol.2, n.2, p.133-162, 2000.

SANTOS, L, G. Revista Mundo Jovem, edição nº 392, novembro de 2008. **Entrevista com Laymert Garcia dos Santos**. (<http://www.pucrs.br/mj/entrevista-11-2008.php>). Acesso em 26 de abril de 2011.

SABBATINI, R. **A terceira cultura**. Publicado em: Jornal Correio Popular, Campinas, 21/5/1999. Disponível em:

<http://www.sabbatini.com/renato/correio/ciencia/cp990521.htm>. Acesso: 09 de janeiro de 2012.

SANZ MERINO, N. **La apropiación política de la ciência: origen y evolución de una nueva tecnocracia**. Revista CTS, v. 4, n. 10, p. 85-123, 2008.

SCHWARTZMAN, S. **Ciência, Universidade e Ideologia: a política do conhecimento**. Ed. 1980 - Biblioteca Virtual. Disponível em: <

<http://www.schwartzman.org.br/simon/polcon.pdf>>. Acesso: 03 de maio de 2011.

_____, S. **A redescoberta da cultura**. São Paulo: Edusp – FAPESP, 1997.

SCHWEDER, S. **Filosofia e tecnologia: introdução a revolução técnico-científica**.

In: Oliveira, Admardo Serafim(.et.ol). Introdução ao pensamento filosófico: São Paulo: Loyola, 1981, (p.171-176).

SERRA, I. [s.d.]. **O indeterminismo e o problema das “duas culturas”**. Workshop Indeterminismo, promovido pelo CFCUL, Março, 2005. Disponível em: <<http://cfcul.fc.ul.pt/textos/O%20INDETERMINISMO%20E%20O%20PROBLEMA%20DAS%20DUAS%20CULTURAS.pdf>>. Acesso: 09 de janeiro de 2012.

SILVEIRA, F. L. **A filosofia da Ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico**. Caderno Catarinense de Ensino de Física. Florianópolis, v. 13, n. 3, p. 197-218, 1996.

SIQUEIRA, J. E. **Ética e tecnociência: uma abordagem segundo o princípio da responsabilidade de Hans Jonas**. Londrina: UEL, 1998.

SOARES, B. E. C; Navarro, M. B. M. e Ferreira, A. P. **Desenvolvimento sustentado e consciência ambiental: natureza, sociedade e racionalidade**. Rev. Ciências & Cognição. Ano 1, v.02, jul. 2004.

SOUSA, J. F. S. C. P. Snow: **Duas Culturas?**. Disponível em: <<http://cyberdemocracia.blogspot.com/2011/09/c-p-snow-duas-culturas.html>>. Acesso: 09 de janeiro de 2012.

SNOW, C. P. **As duas culturas e um segundo olhar**. Trad. por Renato Rezende Neto. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1993.

STUBERT, W. R. **Explicação Causal e Indeterminismo na Filosofia de Karl Popper**. Dissertação de Mestrado em Filosofia, UFPR, Curitiba, 2007.

TIGRE, P, B. **Comércio Eletrônico e Globalização: desafios para o Brasil**. In: LASTRES, H. M.M; ALBAGLI, S. Informação e globalização na era do conhecimento. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

TOFFLER, A. **A terceira onda**. Rio de Janeiro, Record, 1980.

VANNUCCHI, A. **Filosofia e ciências humanas**. São Paulo: Loyola, 1977.

YANARICO, A, A. **Uma Tecnociência para o Bem-estar Social**. Revist@ do Observatório do Movimento pela Tecnologia Social da América Latina. CIÊNCIA & TECNOLOGIA SOCIAL, VOL. 1, NO 1 (2011) Disponível em: <http://www.lfg.com.br/artigos/Blog/UmaTecnocienciaParaOBemestarSocial_AgustinApazaYanarico.pdf>. Acesso: 26 de Junho de 2011.

ZUBEN, N, A, V. **Meio ambiente e tecnociências - a clivagem natural- artificial**. Texto apresentado no GT de Educação Ambiental durante a 26a Reunião Anual da ANPED. 2003. M.G. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/reunioes/26/outrostextos/senewtonaquilesvonzuben.doc>>, Acesso: 25 de julho de 2011.

_____, N, A, V. **A Bioética e as tecnociências na sociedade plural.** 2005

Disponível em:

http://dcs.org.br/documentos/Bioetica_Tecnociencias_NewtonAquiles.doc. Acesso: 13 de maio de 2011.

_____, N. A. V. **Bioética e tecnociências. A saga de Prometeu e a esperança paradoxal.** São Paulo: Edusp, 2006.

ZYLBERSZTAJNZ, A. "**Galileu – um cientista e várias versões.**" Caderno Brasileiro de Ensino de Física [Online], 5.4 (1988).