

O PAPEL E OS DESAFIOS DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO CENÁRIO AMBIENTAL CONTEMPORÂNEO

Estéfano Vizconde Veraszto¹

estefano@unicamp.br

Dirceu da Silva¹

dirceu@unicamp.br

Nonato Assis de Miranda¹

mirandanonato@uol.com.br

¹ Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Faculdade de Educação – Campinas, SP, Brasil

RESUMO

O presente trabalho procura apresentar uma breve reflexão sobre os benefícios que a ciência e a tecnologia (C&T) podem ainda trazer para a humanidade. Após uma retomada do paradigma malthusiano em meados do século passado, discursos pessimistas pregavam a saturação do processo de desenvolvimento mundial. Não deixando em momento algum tentar transparecer argumentos desprovidos de consciência e responsabilidade social e ambiental, este artigo busca mostrar uma evolução histórica do discurso ambientalista e atenta mostrar que uma postura defensiva não é a solução para a melhoria do meio. Desta forma, ao analisar não somente posturas tecnologicamente cautelosas, mas também novas formas representativas de se encarar o desenvolvimento científico-tecnológico, este trabalho, além de apresentar novos pontos de vista que apareceram ao longo do final do século XX, busca mapear quais as perspectivas inovadoras e corretivas que a C&T podem proporcionar no atual cenário ambiental.

Palavras-Chave: Ciência e Tecnologia (C&T). Meio ambiente. Desenvolvimento.

1. INTRODUÇÃO

O ritmo acelerado do desenvolvimento tecnológico e científico determina uma modificação permanente da sociedade e esta, por sua vez, determina algumas demandas tecnológicas com a intenção de melhorar a qualidade de vida e o bem estar do homem. Em uma busca incessante pelo conforto material, muitas vezes as relações ocorridas dentro do contexto social buscam controlar a tecnologia através de práticas políticas e de meios legais disponíveis, direcionando sua produção. Ao mesmo tempo, a própria tecnologia acaba influenciando os cidadãos na medida em que estes fazem uso da mesma e como resultado da aceitação social, ou da imposição mais ou menos sutil de determinadas demandas tecnológicas no lugar de outras, sociedade e tecnologia acabam tecendo uma intrincada teia de relações onde uma é afetada pela outra de forma ininterrupta (ACEVEDO DÍAS, 1996; VERASZTO et al, 2003; SIMON et al, 2004). Muitas vezes o discurso de uma busca pelo melhor desenvolvimento sócio-econômico e a procura pelo bem estar da sociedade não são consideradas e a tecnologia passa então a ser empregada em detrimento de desejos particulares, seja do estado ou daqueles que dominam o poder. Essa descaracterização do processo de produção científico-tecnológico acabou por desencadear um mal estar social e uma reação por parte de diversos setores sociais ao longo da nossa história.

Como forma de fazer uma breve introdução a essa reação, nos veio à memória um conto da mitologia grega, onde Prometeu¹ roubou o fogo dos deuses e deu de presente aos

¹ Na Teogonia (versos 510 a 516), está contida a lenda de Prometeu segundo Hesíodo. Esta obra menciona que a primeira falta de Prometeu para com Zeus em favor dos homens foi quando dividiu um boi em duas partes. Uma a ser dada para Zeus e outra para os mortais. Na primeira estavam as carnes e as vísceras, cobertas com o couro. Na segunda, apenas ossos, cobertos com a banha do animal. Atraído pela banha, Zeus escolhe a segunda. Foi então que a cólera, a raiva e o rancor lhe subiram-lhe a cabeça e ao coração e assim, o senhor do Olimpo castiga

homens juntamente com a razão e com o ensinamento de todas as artes. A partir de então o homem aprendeu a construir casas, trabalhar a madeira, navegar oceanos e extrair metais preciosos da terra. E assim o homem passou a conhecer o alfabeto e a matemática. O conhecimento foi tanto que chegou o tempo em que a humanidade não conseguiu mais sobreviver sem as conquistas e os avanços da C&T. Contudo, de forma paralela a todos esses avanços tecnológicos, também cresceu o medo. Medo esse nascido em decorrência da observação direta das influências que o progresso impunha ao meio. Talvez o castigo que Prometeu tenha sofrido por nos dar o fogo de presente não tenha sido em vão, pois junto com a sabedoria dos deuses nos foi legado também o poder de destruição dos demônios. O homem chegou a tal ponto de conquista científica e tecnológica que disponibilizou em suas mãos o poder da vida e da morte (GORDILLO, 2001; SILVA et al, 2003; VERASZTO et al, 2004).

Durante um largo período de tempo a ciência fora observada de longe, inquestionável. O cientista era visto como detentor absoluto do saber e as conquistas eram elevadas ao patamar de divindades. Porém tal situação não poderia permanecer. Passada a fase de otimismo incondicional que seguiu a Segunda Guerra Mundial, a partir do final da década de 1950 e início de 1960 uma atitude mais crítica e cautelosa começou a rever as conseqüências que a C&T haviam legado depois que mais de quarenta milhões de mortos horrizaram o mundo e mostraram o poder que o homem conseguiu graças ao domínio da energia nuclear (MORIN, 1996; SANCHO, 1998; RODRIGUES, 2001; CEREZO, 1999; OSORIO, 2002; BAZZO, 2002a, 2002b; ACEVEDO DÍAS et al, 2003; VERASZTO, 2004).

Principalmente nos países de língua inglesa, as crises econômicas fizeram soar alarmes sociais sobre alguns aspectos ecológicos como, por exemplo, os efeitos colaterais de alguns bactericidas e a guerra do Vietnam, e foram estes alguns dos fatores que propiciaram as primeiras posturas *anti-establishment*, em geral, fazendo surgir no âmbito internacional novas posições e atitudes frente ao avanço irracional da sociedade moderna (BORREGUERO & RIVAS, 1995).

Esses pontos de vista devem ser respeitados e, logicamente, não podem ser ignorados, pois é sabido que o planeta atravessou, e está atravessando, um período de crescimento drástico com mudanças fundamentais sendo impostas nos mais variados setores da sociedade. A atividade econômica multiplicou-se e a produção industrial cresceu mais de cinquenta vezes no último século, sendo o maior salto dado a partir de 1950. Esse cenário com toda a certeza refletiu (e reflete) em profundos impactos sobre a biosfera, à medida que o mundo investe em transporte, agricultura, habitação às custas de matérias-primas de florestas, solos, mares e vias

os homens, negando a eles a força do fogo infatigável. O fogo representa simbolicamente a inteligência do homem. A ira de Zeus não terminaria neste ponto, pois a afronta definitiva de Prometeu ocorre quando este rouba “o brilho longevisível do infatigável fogo em oca Férula” (Teogonia, 566). Com isto, Prometeu reanimou a inteligência do homem, que antes era semelhante aos fantasmas dos sonhos. Segundo a própria fala, o titã menciona que os homens faziam tudo sem tino até que ele lhes ensinar “as intrincadas saídas e portas dos astros. Por elas inventei os números (...) a composição das letras e a memória (...)”. Prometeu por fim, diz que os homens devem a ele todas as artes, inclusive a de domesticar animais selvagens. Por conta dos mortais terem o fogo, Zeus armou uma armadilha: mandou o filho de Hera, o deus coxo e ferreiro Hefesto, plasmar uma mulher ideal, fascinante, ao qual os deuses presentearam com alguns atributos de forma a torná-la irresistível. Esta mulher foi batizada por Hermes como Pandora, (pan = todos, dora = presente) e ela recebeu de Atena a arte da tecelagem, de Afrodite o poder de sedução, de Hermes as artimanhas e assim por diante. Pandora foi dada de presente para o atropalhado Epimeteu que, ingenuamente aceitou, a despeito da advertência de seu irmão Prometeu. A vingança planejada por Zeus estava contida numa jarra, que foi levada como presente de núpcias para Epimeteu e Pandora. Quando esta, por curiosidade feminina, abriu a jarra e rapidamente a fechou, escaparam todas as desgraças e calamidades da humanidade, restando na jarra apenas a esperança. Quanto a Prometeu, foi castigado sendo preso pelas inquebráveis correntes de Hefesto no meio de uma coluna, e uma águia de longas asas enviada por Zeus comia-lhe o fígado imortal. Ao cabo do dia, chegava a negra noite por Prometeu ansiada, e seu fígado tornava a crescer. Teria sido assim eternamente se não fosse por intervenção de Herácles, que matou a águia como consentimento de Zeus. (DÓCLUS, M., 2004)

navegáveis. A tecnologia, uma das molas mestras do crescimento, possibilita a desaceleração do consumo rápido dos recursos finitos, porém engendra sérios riscos, como novos tipos de poluição que podem contribuir para novas variedades de formas de vida no planeta e alterar os rumos da evolução (WCEAD, 1987).

Contudo, a situação pode também ser vista por um prisma nem tanto pessimista. E nesse ponto, em hipótese alguma concordamos com uma produção tecnológica desprovida de uma análise ética e moral que não leve em consideração as reais necessidades da sociedade. Apenas nos atentamos que o avanço científico-tecnológico pode ser analisado por um ângulo diferente e porque não dizer, motivador.

E é exatamente por esse motivo, que neste trabalho procuramos mostrar que tanto a ciência como a tecnologia, podem reverter certos quadros que atualmente predomina no cenário ambiental mundial indo além, ao pensar em como o processo de produção de C&T pode ser dado de forma consciente e socialmente útil. Pois, como afirma um documento da WCEAD² (1987) com a tecnologia nos dias atuais

É possível fazer informações e bens circularem com mais rapidez por todo o planeta com uma rapidez sem precedentes; é possível produzir mais alimentos e mais bens investindo menos recursos; a tecnologia e a ciência de que dispomos nos permitem, ao menos potencialmente, examinar mais a fundo e compreender melhor os sistemas naturais. Do espaço, podemos ver e estudar a Terra com um organismo cuja saúde depende da saúde de todas as suas partes. Temos o poder de reconciliar as atividades humanas com as leis naturais [...]. E nesse sentido nossa herança cultural [...] pode fortalecer nossos interesses econômicos e imperativos de desenvolvimento (WCEAD, 1987).

É seguindo essa linha de raciocínio que logo adiante procuramos fazer uma breve revisão histórica capaz de introduzir as origens de discursos que se contrapõem ou que são favoráveis ao avanço tecnológico, para somente em um segundo momento, apresentar uma análise de quais benefícios ainda a C&T pode trazer para a humanidade.

2. ALGUNS PONTOS DA EVOLUÇÃO DO DISCURSO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO

Como vimos em nossa introdução, de maneira bastante breve, uma visão pessimista tomou conta de vários setores sociais logo após a Segunda Grande Guerra Mundial. Tendo o Clube de Roma³ como um representante importante, os ambientalistas das décadas de 1960 e 1970 frisavam que o crescimento mundial estava limitado devido ao acelerado aumento populacional, à deficiência da produção agrícola (agravante para a fome), a exaustão dos recursos naturais, à destruição do meio ambiente e ao aumento da produção industrial mundial. Esta visão, transparente no trabalho de MEADOWS (1972) teve uma notável adesão no período pós-guerra, com questionamentos acerca dos efeitos colaterais do desenvolvimento tecnológico na sociedade e na economia, como já apontamos anteriormente. Os perigos trazidos pelo avanço nuclear e pela degradação ambiental generalizada foram fatores chaves para uma retomada do paradigma malthusiano, cuja idéia central frisava que a saturação do crescimento mundial se daria em cem anos. (BARTNETT & MORSE, 1977; CORAZZA, 1996, 2004).

² World Commission on Environment and Development (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento)

³ Organização internacional que busca agir como um catalisador de mudanças globais, analisando problemas-chave da humanidade.

FORAY & GRÜBLER (1996) mostram que uma nova idéia frente surgiu para fazer frente discurso vigente durante os anos 1960 e 1970. A partir dos anos 1970 iniciaram-se vários investimentos em tecnologias limpas⁴ ou alternativas em diversos países em resposta às demandas do movimento ambientalista. A crise ecológica e energética então vigente exigia grandes investimentos na busca de alternativas econômicas e tecnológicas. "Energia eólica, solar, combustíveis alternativos ou fórmulas para minimizar emissão de poluentes foram desenvolvidos com vistas a minorar níveis de degradação ou desperdício de recursos não renováveis" (ANDRADE, 2004).

Neste período surgem diversos autores que defendem que a causa dos problemas sócio-ambientais repousam nas condições e relações de produção capitalista, que não incorporam em seu discurso o custo ambiental. Desta forma apontam que os efeitos danosos para o meio ambiente provém da atividade industrial e tecnológica e que esses efeitos geram saturação ecossistêmica, principalmente na forma de poluição atmosférica, hídrica ou resíduos sólidos, apontando que o uso indiscriminado dos recursos energéticos e a emissão de poluente, representariam o grande fator desestabilizador do meio ambiente (ANDRADE, 2004). Segundo ANDRADE (2004) esses teóricos só são capazes de enxergar o fenômeno técnico a partir dos resultados ou efeitos visíveis em termos de poluição, desmatamento, impactos, etc., o que não significa que estejam atentos à realidade técnica em sua contingência e organização internas. Contudo, nos atentaremos para essa análise em um momento posterior.

Assim, nas décadas de 1980 e 1990 o debate da questão ambiental se ampliou e as relações com a tecnologia ganharam novos rumos. Surgiu o Grupo de Bariloche, juntamente com outras referências mundiais, apontando que o sistema econômico tem mecanismos de auto-regulação que permitem modificações ou reversão de padrões antes que o sistema atinja o ponto de colapso. (FREEMAN, 1996; ANDRADE, 2004). Na década de 1980, o desenvolvimento sustentável⁵ foi definido e estudos visando diminuir a pobreza e amenizar problemas sociais foram iniciados. (UNEP, 2002). Foi somente nesta década que se pode perceber o potencial da tecnologia para solucionar problemas ambientais. Nesse período a questão deixou de ser: crescer ou não crescer, para ser: crescer como. Se por um lado sabia-se que a tecnologia gerou impactos sem precedentes sobre o meio ambiente, por outro havia o reconhecimento que a mudança tecnológica poderia ser a chave para solucionar problemas ambientais (LUSTOSA, 1999).

Contudo, foi somente na década de 1990 que os conceitos surgidos nos anos anteriores foram implementados. O desenvolvimento de um novo padrão tecnológico que fosse capaz de contribuir para a conservação e recuperação ambiental sustentava-se em dois grandes grupos de tecnologias: as limpas e as de *end-of-pipe*⁶ (EOP). Assim, modificou-se o conceito da tecnologia viabilizando a crença de que com ela é possível recuperar áreas degradadas e aumentar a eficiência dos recursos naturais paralelamente ao incremento da produtividade. A tecnologia passou então a ser vista não como um fator externo, mas como elemento integrante dos processos de tomada de decisão. Partindo dessas colocações, no próximo tópico procuraremos mostrar quais as reais perspectivas da C&T para contribuição de melhorias no atual cenário ambiental.

⁴ Tecnologia limpa é a que resulta em novos produtos ou processos que previnem impactos ambientais, De forma geral, envolvem produtos que apresentam baixos níveis de impacto ambiental e processos que consomem menos recursos e emitem menos poluentes (Andrade, 2004).

⁵ Segundo Corazza (2004) "*o desenvolvimento é sustentável se existe a manutenção do bem-estar econômico das gerações futuras.*"

⁶ Tecnologia EOP (end-of-pipe, final de circuito) é aquela que remedia os impactos ambientais e são adicionadas a um sistema de produção já existente para minimizar a emissão de poluentes e resíduos (Andrade, 2004).

3. AS CONTRIBUIÇÕES DA C&T PARA O ATUAL CENÁRIO AMBIENTAL

Sabemos que o desenvolvimento sustentável é volátil e requer uma série de políticas complementares complexas, devido à incerteza da geração e distribuição do conhecimento de C&T. (FORAY & GRÜBLER, 1996) Além disso, há a falta de instrumentos adequados ou a inabilidade dos modelos científicos para medir os impactos ambientais. (BENEDICK, 1999). Segundo LUSTOSA (1999) a relação tecnologia x meio ambiente se dá de forma incerta, sendo muito difícil prever quais impactos atuais e futuros podem trazer uma inovação tecnológica. A geração de novas tecnologias limpas torna-se um desafio. Nesse ponto o fator político deve ser relevado, pois os objetivos ambientais de curto e longo prazo podem não ser compatíveis, assim como as políticas vigentes, com atitudes inovadoras.

Considerando esses pontos, BIN (2004) citando FORAY & GRÜBLER (1996), aponta quatro dilemas das questões ambientais referentes ao desenvolvimento de C&T:

- i) a distinção entre os objetivos de curto e longo prazo, entre a resolução da situação atual de poluição e degradação bem como a prevenção de problemas futuros através do desenvolvimento de tecnologias limpas com vantagens econômicas no uso de insumos e tratamento dos resíduos;
- ii) o dilema entre como ocorre a inovação tecnológica e a regulação ambiental, que significa mais um risco no processo de inovação ao impor novos padrões. (ROMEIRO e SALLES-FILHO, 1997, apud BIN, 2004);
- iii) o dilema entre a busca por tecnologias alternativas para obter flexibilidade na resolução de problemas e a tendência dos sistemas tecnológicos de padronização para redução de custos;
- iv) e por fim, a última questão se dá entre a necessidade de criar e difundir tecnologias ambientalmente saudáveis e a necessidade de diminuir as irreversibilidades que possam trazer prejuízos ao meio ambiente.

Assim, o desenvolvimento de C&T adaptado às questões ambientais deve saber lidar com esses desafios e dilemas internalizando a variável ambiental no processo de inovação e buscando a eficiência e a qualidade no desenvolvimento de novos produtos, processos e/ou serviços, passando não apenas pela conscientização acerca da problemática ambiental, mas também considerando aspectos legais e econômicos (BIN & PAULINO, 2004).

A influência das trajetórias tecnológicas pode tanto incentivar quanto como restringir as inovações, graças às forças de estabilidade e inércia (*path-dependence* e efeitos de *lock-in*) e ausência de conhecimento sobre os benefícios que uma trajetória alternativa pode oferecer. Há todo um contexto institucional que dificulta a evolução e internalização da variável ambiental nas trajetórias organizacionais. Assim, a geração e adoção de tecnologias limpas depende não só de mecanismos coercitivos, mas também de outros fatores como preço e qualidade das inovações; conhecimento e informação dos possíveis adotantes sobre a disponibilidade de tecnologias, seu uso e efeitos; riscos incertezas (KEMP, 1997 apud BIN, 2004).

Depois do exposto podemos estabelecer relações entre a citação de FORAY & GRÜBLER (1996), de que

precisamos de mais e não menos tecnologia [...] Precisamos, acima de tudo, de novos modos de geração e distribuição de conhecimento, regulação flexível, diversidade tecnológica, assim com aumento da capacidade de observação e aprendizado sobre impactos ambientais das novas tecnologias (FORAY & GRÜBLER, 1996)

relacionando com HERRERA (1971) e com as colocações da WCEAD (1987) que ressaltam que tanto a tecnologia quanto a organização social podem ser geridas e aprimoradas a fim de proporcionar uma nova era de crescimento econômico, fazendo com que a humanidade seja capaz de tornar o desenvolvimento sustentável viável.

Na tentativa de desenvolvermos uma breve análise, relacionamos toda a literatura até aqui consultada, e alguns outros textos (GRÜBLER & GRITSEVSKYI, 2002; MEADOWS 2002) em um quadro (Quadro 1) apontando alguns dos principais pontos atuais importantes que a questão ambiental coloca às C&T e que devem ser considerados também em uma perspectiva de melhoria futura de qualidade de vida.

Quadro 1. Questões ambientais contemporâneas colocadas à ciência e à tecnologia.

<i>Pontos a serem considerados</i>	<i>Papel e desafios da Tecnologia</i>	<i>Papel e desafios da Ciência</i>
Desmatamento (transforma (6 milhões/ano de florestas em terra agrícola de baixa qualidade)	Reorientar a tecnologia para o desenvolvimento sustentável; ampliar uso de tecnologias anti-poluição. (alguns países industrializados mesmo com crescimento econômico acentuado já possuem diversas indústrias que mantêm estável, ou até mesmo reduziu o consumo de matérias-primas)	Estudos dos ecossistemas naturais, incluindo respostas às ações humanas e as perturbações naturais; estudo de ecossistemas degradados (assim como de neo-ecossistemas estabilizados) pela ação humana, para desenvolver técnicas de manutenção ou recuperação; estudo de interação entre os grandes ecossistemas, seus impactos regionais e as influências no uso da terra e dos recursos hídricos.
Chuvas ácidas (matam florestas e lagos e danificam patrimônios artísticos e arquitetônicos da humanidade)		
Queima de combustíveis fósseis e espalhamento de CO ₂ na atmosfera. (aquecimento global)		
Liberação de gases industriais (destruição da camada de ozônio)		
Poluição de terras férteis com despejo de substâncias tóxicas da indústria e agricultura (compromete a cadeia alimentar e deteriora lençóis freáticos)		
Fontes alternativas de energia	Auto-suficiência de comunidades rurais; aproveitando condições naturais locais; desenvolvimento de sistemas energéticos de pequena escala.	Buscar via energética segura e duradoura
Biotecnologia	Desenvolver sistemas sustentáveis de produção de alimentos e no manejo de recursos naturais renováveis.	Desenvolver e ampliar pesquisas de engenharia genética acerca dos transgênicos
Microeletrônica e informática	Educação; sistemas experts para diagnóstico médico; manipulação agrícola; planejamento e desenvolvimento de recursos naturais, manejo e administração de sistemas complexos e diversificados de produção; comercialização e distribuição.	
Telemetria	Detecção e avaliação de recursos naturais, monitoramento de erosão, de plantio, de contaminação, de prognóstico de tempo e antecipação de desastres naturais.	
Telecomunicações	Acesso a informação rápida (preços, produtos, meteorologia, pragas...), educação, interconexão descentralizada, telediagnóstico de problemas e enfermidades, planos de alerta diante de emergências, etc.	
Novos materiais	Aproveitamento e melhora de materiais biológicos e minerais disponíveis localmente para a construção de casas, ferramentas, caminhos, represas, etc.	
Fontes alternativas de energia	Priorizar P&D das áreas com maiores problemas econômicos, sociais, administrativos e de crescimento urbano para baratear sistemas de água	Buscar reduzir custos com pesquisa de novos materiais para a construção.

	e esgoto, transporte e moradia.	
--	---------------------------------	--

Observando os dados do Quadro 1, extraídos dos trabalhos de HERRERA (1971) e da WCEAD (1987), fica evidente que meio ambiente e desenvolvimento científico e tecnológico não constituem desafios separados. O progresso não se mantém se a base de recursos materiais se deteriorar, assim como o meio ambiente só poderá ser protegido se o crescimento considerar as conseqüências de destruição ambiental. Podemos ir além afirmando que tanto as questões ambientais, como o desenvolvimento da C&T, junto com fatores políticos, econômicos e sociais, caminham paralelamente de forma indissociável. Fazer com que a questão ambiental conste nas agendas políticas é item da maior importância no tocante à economia e recursos. Em todos os países as preocupações com os recursos ambientais deveriam nortear os processo de invenção de tecnologias alternativas, de aperfeiçoamento das tradicionais, e de escolha e/ou adaptação de tecnologias importadas, buscando criar tecnologias que capazes de produzir "bens sociais", como melhor qualidade do ar, produtos mais duráveis, diminuição com custos externos para controle da poluição e de resíduos. (HERRERA, 1971; WCEAD, 1987; HEALY, 1995).

Pensando agora um pouco não somente em países como o Brasil, mas também em todos os países em desenvolvimento, fica necessário ressaltar que a capacidade de inovação tecnológica precisa ser ampliada, a fim de que esses possam reagir de forma mais eficaz aos desafios do desenvolvimento sustentável, pois as tecnologias dos países industrializados nem sempre são adaptáveis aos países menos desenvolvidos. Assim, o desenvolvimento de C&T frente às questões ambientais pode tornar-se mais eficiente se apoiado por uma política pública que, dentre outros pontos, volte atenção ao desenvolvimento de mecanismos para articular a capacidade de investigação básica com o desenvolvimento tecnológico, priorizando a investigação básica dos problemas ambientais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento tecnológico envolve não apenas uma mudança da tecnologia, mas uma mudança do ambiente social específico em que essa tecnologia é desenvolvida e aplicada. Mais uma vez, confirma-se a existência de um fenômeno de coevolução entre trajetórias institucionais, tecnológicas e organizacionais, dado que determinado padrão tecnológico não se transforma de forma independente das organizações que representam o *locus* das atividades inovativas e do arcabouço institucional que sustenta esse ambiente de transformações (CORAZZA, 2004; BIN, 2004).

Finalizando, podemos afirmar, assim como apontam os escritos de HERRERA (1971) e FORAY & GRÜBLER (1996), de que precisamos de mais tecnologias, pois tanto estas quanto a organização social podem ser geridas e aprimoradas a fim de proporcionar uma nova era de crescimento econômico. Sabemos que a construção de políticas tecnológica inovadoras representam um dos principais desafios para o ambientalismo, pois força o abandono de uma postura defensiva a reestruturação política e econômica do mundo contemporâneo. Segundo ANDRADE (2004), isso obriga o abandono de um olhar direcionado para certas tecnologias e/ou processos específicos e força o desenvolvimento de inovação tecnológica capaz de construir sistemas sinérgicos de alta integração.

De acordo com essa noção, faz-se necessário abandonar o nível tópico da discussão tecnológica (determinadas máquinas ou fontes de energia), que seria a instrumentalização primária, e desenvolver um olhar abrangente sobre armazenamento de materiais, intercambialidade de componentes industriais,

construção de sistemas abertos de comunicação e transporte e outros (ANDRADE, 2004).

Sabemos que a não mudança de postura e a produção científico-tecnológica direcionada para interesses políticos ou econômicos, sem um discernimento ético e moral, que leve em conta a preservação do meio e a manutenção de todas as formas de vida, pode vir a trazer danos irreparáveis ou levar a destruição final do planeta. E nesse ponto, nada seria mais lógico do aproveitar os frutos tecnológicos para não somente criar novas padrões sustentáveis, como também para reverter quadros anteriormente disseminados em nosso meio. Desta forma é possível citar ANDRADE (2004) e afirmar que

Dois grandes obstáculos são apontados [...] em relação à área ambiental: a relação entre forças de estabilização e inércia tecnológica, por um lado, e as perspectivas de rupturas tecnológicas e institucionais de outro; e a possibilidade das políticas de regulação ambiental inviabilizarem práticas ousadas de inovação e favorecerem alterações pontuais e incrementais.

Cabe ao ambientalismo, entre outros setores contemporâneos, seqüestrar a inovação do interior das grandes corporações e agências governamentais e disseminá-la para o conjunto dos grupos sociais, criando condições para o estabelecimento de ambientes plurais e eficientes. A lógica do risco e da precaução não pode impedir a experimentação constante e a busca de eficiência tecnológica, desde que conjugados aos imperativos da democracia e da sustentabilidade (ANDRADE, 2004).

Assim, a mudança dos padrões tecnológicos pelas exigências ambientais e pela busca de padrões ecologicamente sustentáveis resulta na necessidade de convergência de diferentes trajetórias tecnológicas e de um conjunto extenso de mudanças institucionais, que representam o espaço em que esses padrões se manifestam.

5. REFERÊNCIAS

ACEVEDO DÍAS, J. A. La Tecnología En Las Relaciones CTS. Una Aproximación Al Tema. Enseñanza de las Ciencias, 1996, Vol. 14 (1): 35-44.

ACEVEDO DÍAS, J. A., ALONSO, A. V., MASSANERO MAS, M. A. El movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la enseñanza de las Ciencias. Biblioteca Digital da OEI (Organização de Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2003. Disponível em < <http://www.campus-oei.org> >. Acesso em 19 Jan. 2003.

ANDRADE, Thales de. Inovação tecnológica e meio ambiente: a construção de novos enfoques. Ambiente & Sociedade - Vol. VII nº. 1 jan./jun. 2004 Disponível em < www.anppas.org.br/encontro/segundo/Papers/GT/GT05/adriana_bin.pdf >. Acesso em 8 Jul 2005

BARNETT, Harold J. & MORSE, Chandler. Scarcity and Growth: the economics of natural resources availability. John Hopkins Press, Baltimore. 1977.

BAZZO, W. A. (a). A Pertinência de Abordagens CTS na Educação Tecnológica. Revista Iberoamericana de Educación, 2002, No. 28: 83-99. Biblioteca Digital da OEI (Organização de Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e A Cultura, Disponível em < <http://www.campus-oei.org/> >. Acesso em 01 Ago. 2002

- BAZZO, W. A. (b). La A pertinência de abordagens CTS na educação tecnológica. Revista Iberoamericana de Educación, 2002, No. 28. Biblioteca Digital da OEI (Organização de Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e A Cultura, Disponível em < <http://www.campus-oei.org/> >. Acesso em 01 Ago. 2002.
- BENEDICK, Richard Elliot. Tomorrow's is global. Futures, vol 31, pp. 937-947. 1999.
- BIN, Adriana. Agricultura e meio ambiente: contexto e iniciativas da pesquisa pública. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas. 2004.
- BIN, Adriana & PAULINO, Sônia Regina. Inovação e meio ambiente na pesquisa agrícola. ANNPAS. Indaiatuba/SP. 2004
- BORREGUERO, P. & RIVAS, F. Una Aproximación Empírica a través de las Relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) en Estudiantes de Secundaria y Universitarios Valencianos, Enseñanza de las Ciencias, 1995, Vol. 3, N. 13: 363-370.
- CEREZO, J. A. L. Los estudios de ciencia, tecnología y sociedad. Revista Iberoamericana de Educación, 1999, No. 20, p. 217-225. Biblioteca Digital da OEI (Organização de Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura, Disponível em < <http://www.campus-oei.org/> >. Acesso em 19 Jan. 2003.
- CORAZZA, R.I. A questão ambiental e a direção do progresso de inovação tecnológica na indústria de papel e celulose. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas. 1996
- CORAZZA, Rosana Icassatti. Políticas públicas para tecnologias mais limpas: uma análise das contribuições da economia do meio ambiente. Tese de doutorado. Instituto de Geociências. Universidade Estadual de Campinas. 2004.
- FORAY, Dominique, GRÜBLER, Arnulf. Technology and the environment: an overview. Technological Forecasting and Social Change, v. 53, n. 1, p. 3-13, set. /1996.
- FREEMAN, Chris. The greening of technology and models of innovation. Technological Forecasting and Social Change, 53 (1), Sep 1996.
- GORDILLO, M. M. Ciencia, Tecnología e Sociedad. Projeto Argo. Materiales para la educación CTS, 2001: 7-12; 64-101. Grupo Norte. Biblioteca Digital da OEI (Organização de Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e a Cultura, Disponível em < http://www.campus-oei.org >. Acesso em 19 Jan. 2003.
- GRÜBLER, Arnulf & GRITSEVSKYI, Andrii. A Model of Endogenous Technological Change through Uncertain Returns on Innovation. In: Grübler, A; Nakicenovic, N & Nordhaus, W.D. (eds) Technological Change and the Environment. Washington DC: IIASA. Oct 2002: 464p. Disponível em < http://www.iiasa.ac.at/Research/TNT/WEB/Publications/Technological_Change_and_the_Environment/itc-book-11.pdf >
- HEALY, S. A. Science, technology and future of sustainability. Futures. Vol. 27, No. 6, pp: 611-625.

HERRERA, Amílcar. et al. Las Nuevas Tecnologías y el Futuro de América Latina. Siglo XXI. México. 1994.

LUSTOSA, Maria Cecília J., Evolução e Meio Ambiente no enfoque evolucionista: o caso das empresas paulistas. XXVII Encontro Nacional da ANPEC - Belém, dez/1999. Disponível em < http://www.ie.ufrj.br/gema/pdfs/inovacao_e_meio_ambiente.pdf > Acesso em 7 Jul 2005.

MEADOWS, Donella H. et all. The limits to growth. Potomac, Washington D. C. 1972.

MEADOWS, Donella H. et all. Beyond the limits. Earthscan Publications Ltd. London. 1992.

MORIN, E. Ciência com Consciência. Publicações Europa-América. Portugal, 1996: 7-120.

OSORIO M., C. La Educación Científica e Tecnológica desde el Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad. Aproximaciones e Experiencias para la Educación Secundaria. Revista Iberoamericana de Educación, 2002, No. 28, p. 61-81. Biblioteca Digital da OEI (Organização de Estados Iberoamericanos para a Educação, a Ciência e A Cultura, Disponível em < <http://www.campus-oei.org/> >. Acesso em 01 Ago. 2002.

RODRIGUES, A. M. M. Por uma filosofia da tecnologia. In: Grinspun, M.P.S.Z.(org.). Educação Tecnológica - Desafios e Perspectivas. São Paulo: Cortez, 2001: 75-129.

SANCHO, J. M. (org.). Para uma tecnologia educacional. (Trad.: Neves, B A.). Porto Alegre, Artmed, 1998: 28-40.

SILVA, D., VERASZTO, E. V., SIMON, F. O., BARROS FILHO, J., BRENELLI, R. P. Tecnologia no ensino fundamental: uma proposta metodológica. In: V SIMPÓSIO EM FILOSOFIA E CIÊNCIA, 2003, Marília/SP. Trabalho e conhecimento: desafios e responsabilidades das ciências: anais eletrônicos. Marília/SP: Unesp Marília Publicações: 1 - 5.

SIMON, F. O., VERASZTO, E. V., SILVA, D., BARROS FILHO, J, BRENELLI, R. P. Uma Proposta de Alfabetização Tecnológica no Ensino Fundamental Usando Situações Práticas e Contextualizadas. Resúmenes: VI Congreso de Historia de las Ciencias y la Tecnología: "20 Años de Historiografía de la Ciencia y la Tecnología en América Latina", Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias e la Tecnología. CD-ROM. 2004, Buenos Aires, Argentina.

UNEP (United Nations of Environment Program. 2002. Global Environment Outlook 3, UNEP, Earthscan Pun. Ltd. London Sterling VA. Disponível em < www.unep.org/geo/geo3/english/pdfs/chap1.pdf. > Acesso em 5 Jul 2005.

VERASZTO, E. V. Projeto Teckids: Educação Tecnológica no Ensino Fundamental. Dissertação de Mestrado. Campinas. Faculdade de Educação. UNICAMP. 2004.

VERASZTO, E. V., SILVA, D., BARROS FILHO, J., ROESLER, P. H., PEREIRA JUNIOR, A. A. (a) Ensino de Física e Tecnologia: Desenvolvimento de Atividades de Educação Tecnológica para Alunos do Ensino Fundamental. In: Garcia, Nilson M. D. (org.). Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física. Curitiba: CEFET-PR, 2003. p. 1974 a1983. 1 CD-ROM.

VERASZTO, E. V., SILVA, D., SIMON, F. O., BARROS FILHO, J, BRENELLI, R. P. Uma Proposta de Aperfeiçoamento de Professores do Ensino Fundamental em Educação Tecnológica. Resúmenes: VI Congreso de Historia de las Ciencias y la Tecnología: "20 Años de Historiografía de la Ciencia y la Tecnología en América Latina", Sociedad Latinoamericana de Historia de las Ciencias e la Tecnología. CD-ROM. 2004, Buenos Aires, Argentina.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. Our Common Future. Oxford University Press. Oxford and New York. Em português: Comissão Mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento. Nosso futuro comum. Rio de Janeiro: Ed. da Fundação Getúlio Vargas. 1987. 430p.