

**Notas acerca do debate sobre Economia, Meio Ambiente e Tecnologia:
coevolução entre o ideal de qualidade ambiental e a mudança tecnológica**

Rosana Icassatti Corazza

Resumo

Este artigo se inscreve no debate sobre as relações entre mudança tecnológica e meio ambiente, a partir da recuperação das contribuições de economistas de diversas vertentes teóricas. São dois os principais objetivos do artigo. Em primeiro lugar, circunstanciar este debate historicamente, a partir de uma síntese de contribuições de cientistas naturais e sociais – em particular biólogos e economistas. Em segundo lugar, cotejar os elementos teórico-conceituais que subjazem à análise do *mainstream* em Economia do Meio Ambiente aos novos elementos que emergem no debate recente sobre proteção, uso e conservação do meio ambiente.

1 Introdução

O debate sobre as relações entre tecnologia e meio ambiente tem mobilizado esforços sistemáticos de economistas há pelo menos três décadas. O “renascimento” do ambientalismo no final dos anos 60 e no início dos 70 foi, sem dúvida, uma das razões do renovado interesse dos economistas pelo tema. Àquele tempo, quando a equipe do MIT liderada por Meadows e outros especialistas alertavam para os “limites do crescimento”, não foram poucos os economistas que se manifestaram para lembrar que a Economia já fornecia, desde Pigou, ferramentas para solucionar os problemas ambientais.

Desde então, as contribuições dos economistas nesta área envolvem, dentre outros, temas tão variados quanto a proposição de instrumentos para implementação de políticas ambientais, o desenvolvimento de diferentes metodologias para a valoração econômica do meio ambiente e a análise de impactos econômicos de políticas ambientais. A forma de tratamento econômico das relações entre tecnologia e meio ambiente tem consistido, na maior parte dos casos, na previsão dos efeitos tecnológicos do uso dos diferentes instrumentos de implementação de políticas ambientais.

Os estudiosos que adentram este campo de pesquisa em Economia encontram certamente farto material para muitos tipos de análise. A proposta deste artigo envolve, por um lado, a preocupação de circunstanciar o debate econômico sobre as relações entre tecnologia e meio ambiente a partir da evolução histórica do ambientalismo nas últimas três décadas. Além disso, procura-se cotejar os elementos teórico-conceituais que caracterizam as análises tradicionais na área da Economia do Meio Ambiente com os novos elementos aportados pela evolução do debate ambientalista.

Sendo assim, a segunda seção deste artigo é dedicada à recuperação sintética da evolução recente do debate histórico sobre as relações entre tecnologia e meio ambiente, por meio de um

retrospecto das contribuições de debatedores que nele tiveram participação privilegiada, segundo atestam estudiosos do movimento ambientalista contemporâneo como Pepper (1986), O'Riordan (1977), Sandbach (1978) e McCormick (1992). É ressaltada, na história recente do movimento ambientalista, a maneira pela qual o meio ambiente pode ser afetado pela tecnologia, de acordo com esses debatedores. Particular atenção é dada às discussões acadêmicas envolvendo diversos especialistas provenientes das ciências biológicas e sociais, de maneira especial biólogos e economistas. A razão para focalizar esses debatedores de maneira especial reside no fato de terem eles influenciado a história recente do ambientalismo de duas maneiras: por terem tornado este um debate público e por terem influenciado fortemente gestores de política nas mais diversas esferas deliberativas (locais, nacionais, regionais e globais) em suas tomadas de decisão.¹

Dentro desse debate recente, evidencia-se a emergência de um novo "referencial" para tomadas de decisão, em particular aquelas atinentes ao domínio da proteção, uso e conservação do meio ambiente. Este novo referencial está logicamente referido a uma noção de "situação desejável" a qual é influenciada pela busca de uma espécie de "bem-estar ambiental" da sociedade (presente e das gerações futuras, com referência ao conceito de desenvolvimento sustentável). O conceito de desenvolvimento sustentável, embora controvertido e por vezes ambíguo como demonstram muitos autores - como Faucheux & Noel (1990), Amazonas (1998 e 1999) e Romeiro (1999a e 1999b) - tem sido empregado por tomadores de decisão como um sucedâneo efetivo do marco normativo convencional que, conforme analisamos na terceira seção deste artigo, consiste na noção econômica, paretiana, de "bem-estar".

É com referência a esse novo referencial ou marco normativo que se argumenta que a mudança tecnológica representada pela criação e adoção das chamadas "tecnologias mais limpas" tem sido referida, em especial a partir da década de 90, como um *objetivo* a ser alcançado pelas políticas públicas, ao mesmo tempo em que se constitui *condição* para a própria sustentabilidade do desenvolvimento.

A caracterização das realidades de tomada de decisão – apresentada na terceira seção e construída principalmente a partir de Godard (1993) – nos permite cotejar os elementos teórico-conceituais subjacentes às análises convencionais da Economia do Meio Ambiente aos novos elementos que emergem neste debate.

As reflexões empreendidas ao longo da segunda e da terceira seções nos permitem desenvolver, na discussão final, a idéia-força do artigo, que consiste em caracterizar a tomada de decisão em matéria de meio ambiente e mudança tecnológica como um problema que apenas pode envolver soluções não definitivas, transitórias, referenciadas historicamente, levando em conta um

¹ A respeito da história recente do ambientalismo, consultar especialmente McCormick (1992) e Pepper (1986). Com relação às contribuições de biólogos e economistas para a divulgação do debate científico em fóruns públicos e para a

contexto de debate científico e social em que persiste a coevolução entre o ideal de qualidade ambiental e as possibilidades de solução tecnológica.

2 O debate ambientalista recente: circunstanciando as reflexões sobre tecnologia e meio ambiente

Em que medida a tecnologia é entendida como causa ou cura dos problemas ambientais?

Quando do debate sobre os "limites do crescimento", no início dos anos 70, prevalecia a idéia de que o progresso tecnológico era apenas paliativo, capaz de postergar, mas não de fornecer meios para ultrapassar os limites do crescimento econômico e populacional. A idéia de que a tecnologia poderia ampliar esses limites era vista até mesmo como perigosa:

"O otimismo tecnológico é a reação mais comum e mais perigosa às nossas descobertas a partir do modelo do mundo. A tecnologia pode amenizar os sintomas de um problema sem afetar as causas subjacentes (...) [e] pode, assim, desviar nossa atenção do problema mais fundamental: o problema do crescimento num sistema finito." (Meadows *et alii*, 1972).

Além disso, Meadows *et alii* (1972) também alertavam sobre os riscos que a tecnologia pode colocar ao ambiente. Discutia-se o fato de que as tecnologias desenvolvidas e aplicadas com objetivos de aumentar o bem-estar da sociedade, como as tecnologias agrícolas voltadas para o aumento da produtividade das culturas, manifestam, com o tempo, efeitos indesejáveis.

Rachel Carson já chamara atenção, na década anterior, para os "efeitos colaterais" do uso de pesticidas como, por exemplo, sua ação prejudicial sobre a qualidade da água, sua cumulatividade na cadeia trófica e os danos que pode provocar à saúde humana.

Tanto o livro de Meadows *et alii* (*The Limits to Growth*), quanto o de Carson (*Silent Spring*), ambos *best-sellers*, foram obras de divulgação que levaram ao público leigo o debate científico, ampliando o alcance de suas descobertas sobre temas que até então eram discutidos quase que exclusivamente em fóruns acadêmicos. Esse tipo de divulgação do debate científico, que é uma das características do ambientalismo moderno, também tem desdobramentos do ponto de vista da informação e da formulação de políticas públicas. "Mediatizadas" e difundidas pelos meios de comunicação de massa, as informações científicas dão substância a apelos de grupos e associações civis, são incorporadas nos discursos dos mais diferentes atores sociais, passando a ser instrumento de negociação política e não podendo ser negligenciadas nas esferas decisórias. Exemplo disso é o fato do livro de Carson ter influenciado, como reporta McCormick (1992), a decisão do governo americano de proibir o uso do DDT nos Estados Unidos.²

instrumentalização das tomadas de decisão, ver Corazza (2000a).

² Não apenas as decisões públicas são afetadas pela difusão dos debates científicos em fóruns públicos, mas também as decisões privadas. Exemplo disso é a progressiva substituição do cloro como branqueador na indústria de papel e celulose, que se iniciou na Alemanha no final dos anos 80 depois da publicação, pelo Greenpeace, de reportagens denunciando a presença de índices possivelmente perigosos de dioxinas produtos de higiene pessoal e uso doméstico que utilizam papel branqueado com cloro, como lenços de papel, fraldas e filtros para café. A esse respeito, cf. Corazza

As denúncias sobre efeitos indesejáveis de tecnologias como a dos pesticidas feriam, por certo, interesses das indústrias que se beneficiavam de sua difusão. Feriam, também, as crenças daqueles que viam na tecnologia a possibilidade de superação de problemas sérios, como a fome, como é o caso de Norman Borlaug, agrobiologista americano, "pai" da Revolução Verde e prêmio Nobel da paz em 1970, que afirmou que:

"Se for negado à agricultura o uso de produtos químicos agrícolas por causa de uma legislação imprudente que está sendo agora promovida por um grupo poderoso de lobistas histéricos, os quais estão provocando o medo ao prever o apocalipse para o mundo por meio do envenenamento químico, o mundo estará condenado não por envenenamento químico, mas pela fome" (MacCormick, 1992).

O livro de Meadows *et alii* (1972) pode ser considerado a iniciativa mais representativa de uma série de manifestações da preocupação com as perspectivas sobre a continuidade do crescimento econômico e populacional, em que a escassez de recursos naturais e o envenenamento ambiental foram apontados como fatores que limitavam, em termos absolutos, esse crescimento. A iniciativa pode ser considerada mais representativa por dois motivos: primeiro, por utilizar o computador para "modelar" o comportamento de um sistema complexo, a Terra (o que era inovador); segundo, por ser desenvolvida por uma equipe multidisciplinar do respeitado *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Tendo sido amplamente divulgado, este trabalho foi alvo de muitas críticas à época.

Muitos economistas se manifestaram, a exemplo de Solow (1974), argumentando, por exemplo, que grande parte da "escassez" de recursos minerais realmente ocorria não em virtude da pouca disponibilidade física/geológica dos recursos no planeta, mas antes em razão de monopólios ou de cartéis. Este argumento é bem ilustrado pela primeira crise do petróleo, deflagrada em 1973 não em função de sua escassez física, mas por questões políticas que tomaram a forma do embargo da OPEP.

Uma outra crítica recorrente, como veremos um pouco mais adiante, foi justamente quanto ao papel que poderia (ou não) ser representado pelo desenvolvimento tecnológico na expansão dos limites do crescimento.

Por não considerar relevante esse papel, a alternativa encontrada pela equipe do MIT equivale a viver dentro daqueles limites que identifica. Quanto a isso, havia clara intenção da equipe de contribuir para o debate de "*policies*" quanto às questões em pauta, na forma da concepção e da implementação de ações com o intuito de fazer parar o crescimento econômico e populacional. É por essa razão que sua proposição de política ficou conhecida como proposta do "crescimento zero", propagada pelo chamado Clube de Roma.

A equipe do MIT faz um reconhecimento quanto à origem da idéia do crescimento zero, atribuindo-a a uma elaboração do conceito fundamental do "estado estacionário", formulado pelo economista clássico John Stuart Mill.

A idéia do "crescimento zero" ganhou sofisticação quando foi associada aos conceitos da termodinâmica, pelo economista norte-americano Herman Daly, que define o "*steady state*" pela manutenção de estoques físicos constantes de riqueza (artefatos) e de uma população também constante, num determinado nível escolhido. A durabilidade dos artefatos, com baixas taxas de depreciação, e a longevidade das pessoas, com baixa taxa de natalidade, são características do "*steady state*".

E qual seria o papel da tecnologia num tal mundo "sem crescimento"?

Segundo Daly (1974), o estado estacionário não está associado a uma tecnologia estática. A noção de "*steady state*" em economia é associada com a capacidade de administração dos recursos naquilo que Boulding chamou de "espaçonave Terra", permitindo a ela "morrer em razão de idade avançada e não devido ao câncer da mania de crescimento (*growthmania*)" (Daly, 1974:16).

Se a tecnologia não é estática no modelo de Daly, os "estoques" de artefatos e de pessoas também podem não ser:

"O resultado da evolução técnica e moral pode tornar tanto possível quanto desejável crescer ou declinar para um nível diferente. Mas então, crescimento ou declínio seriam vistos como transições temporárias de um estado estacionário para outro e não como a norma para uma economia saudável." (Daly, 1974:16).

Dentro dos padrões de desenvolvimento da época, Daly concordava com a equipe do MIT no que se refere à tecnologia:

"(...) maníacos pelo crescimento [*growthmaniacs*] normalmente (...) oferecem um sacrifício ao deus da tecnologia: certamente o crescimento econômico pode continuar indefinidamente porque a tecnologia 'crescerá exponencialmente'. (...) O alegado 'crescimento exponencial da tecnologia' (...) é mais parte do problema do que sua solução." (Daly, 1974:18).

Dentre as críticas colocadas ao trabalho da equipe do MIT, destacam-se aquelas formuladas por John Maddox, pelo Grupo de Bariloche e pelo Grupo de Sussex.

Maddox, editor da revista britânica *Nature*, é autor do livro *The Doomsay Syndrome* (1972), em que dirige críticas severas às previsões catastrofistas formuladas pelos autores do MIT e por outros "profetas do apocalipse". Como este autor acredita "nos meios de que se podem valer as instituições sociais e as aspirações humanas para solucionar os problemas mais desalentadores" (Maddox, 1974:7), Pepper (1986), estudioso do ambientalismo moderno, o considera um "otimista tecnológico".

A capacidade da humanidade, por meio de uma reorganização da sociedade, em evitar a catástrofe prevista pela equipe do MIT também é central na crítica formulada pelo Grupo de Bariloche, da Argentina, uma equipe multidisciplinar liderada por Amílcar Herrera. Em *Catastrophe or New Society? A Latin American World Model*, Herrera *et alii* (1976) argumentam que:

"A deterioração do ambiente físico não é uma consequência inevitável do progresso humano, mas o resultado de organizações sociais amplamente baseadas em valores destrutivos" (Herrera *et alii*, 1976:8).

Os autores partem de duas interpretações possíveis da palavra "modelo": de um lado, a referência a um conceito de sociedade "ideal" e, de outro, a referência a um modelo matemático. Assim, o Grupo de Bariloche opta por uma argumentação que não deixa de lado a aplicação de "modelos" matemáticos, mas ao contrário, que os utiliza para instrumentalizar a proposição de uma sociedade "modelo" (no sentido de "ideal"). O uso dos modelos matemáticos, sem dúvida, conferiu ao Grupo de Bariloche a linguagem necessária para dialogar com a equipe do MIT. Com isso, analisando a situação corrente dos recursos não renováveis, energia e poluição, a equipe liderada por Herrera demonstrou que seria possível a todos os países e regiões o alcance de uma sociedade "ideal" em pouco tempo. O modelo matemático do Grupo de Bariloche está centrado em um conjunto de necessidades básicas – alimentação, habitação, educação e saúde – e sua especificação o distingue de outros "modelos do mundo" (especialmente o do MIT) por considerar que o tamanho da população (a variável "neomalthusiana" que mais condiciona os resultados catastróficos do modelo do MIT) é gerado endogenamente, por um sub-modelo que relaciona as variáveis demográficas a variáveis sócio-políticas. Esta especificação é uma característica típica, original, do modelo formulado por Herrera e seus colegas, porque permite a exploração de uma hipótese fundamental defendida pelos autores:

"... o único modo verdadeiramente adequado de controlar o crescimento da população é pela melhoria de suas condições básicas de vida" (Herrera *et alii*, 1976:8).

Deste modo, os autores demonstram que atendimento das necessidades básicas das sociedades no mundo subdesenvolvido se traduziriam em um crescimento populacional mais "bem comportado". Essa demonstração tem um apelo por um tipo de intervenção política que é, além de muito direto, muito distinto daquele previsto pela equipe do MIT. Enquanto essa equipe prescrevia o controle populacional *direto* como a condição mais fundamental para se evitar a catástrofe ambiental, o grupo de Bariloche advogava que este controle só poderia ser efetivo se realizado de maneira *indireta*: seria o resultado da melhoria das condições de vida das populações do Terceiro Mundo. Mais ainda, ao descrever o "mundo atual", em que coabitam a miséria e modos de vida afluentes, os autores constataam que grande parte da catástrofe prevista já era realidade em grande parte do Terceiro Mundo.

Em outras palavras, em face às previsões catastróficas do "Modelo do Mundo" gerado pela equipe do MIT, feitas para um cenário futuro, é possível dizer que, em essência, toda a crítica do grupo de Bariloche se fundamenta na identificação de um cenário "catastrófico" já presente, uma vez que portador de desigualdades e miséria. Para modificar esse cenário, segundo acreditam Herrera *et alii* (1976), a humanidade dispõe de graus de liberdade, que correspondem à possibilidade de mudanças da organização da sociedade e de progresso científico e tecnológico para lidar com os problemas previstos.

Cabe observar que a idéia de uma "Nova Sociedade", cuja busca é vindicada pelo Grupo de Bariloche, tem como espelho uma utopia, uma visão de que existe a possibilidade de se criar um "mundo ideal". Não se pode dizer que essa utopia corresponda a algum modelo existente para a organização da sociedade, mesmo considerando que a análise dos autores é datada de um momento histórico em que o socialismo ainda era referido como um sistema alternativo ao capitalismo. Herrera *et alii* (1976) não negam que existam valores positivos (e negativos) em ambos os sistemas, mas para além de quaisquer comparações entre eles, persiste uma dupla crença dos autores:

"... a crescente aceitação da igualdade fundamental entre os 'homens', e o conceito de que a história é um processo cuja sorte não é predestinada (*is an open-ended process*), cuja direção depende ... dos desejos e ações dos homens" (Herrera *et alii*, 1976:24).

Essa crença evoca, naturalmente, valores que são basilares na interpretação e na formulação de propostas para intervenção pública do grupo de Bariloche. Não é surpreendente que num outro trabalho anterior, Herrera (1974) tenha ressaltado a natureza peculiar dos valores que condicionavam a interpretação do problema dos "limites do crescimento" pelo modelo do MIT e as propostas dele derivadas: segundo o autor, essa interpretação e essas propostas guardam uma relação estreita com o contexto sócio-econômico e político ao qual pertence a equipe proponente. Mesmo identificando a pressão que os padrões de consumo no Primeiro Mundo exercem sobre os recursos, Meadows e seus colegas advogavam que o controle prioritário deveria contemplar o crescimento populacional no Terceiro Mundo.³

Outra equipe também multidisciplinar, da *Science Policy Research Unit* - SPRU, de Sussex, Inglaterra - foi autora de uma outra crítica importante ao trabalho do grupo do MIT. Por um lado, a equipe de Sussex teceu ponderações sobre a relevância do trabalho da equipe do MIT, tanto para o debate público no que diz respeito aos problemas ambientais quanto a suas possíveis contribuições para as "*policies*". Por outro lado, e o que de fato constituiu o *core* de sua crítica à equipe do MIT, a equipe de Sussex advertia sobre o papel da mudança técnica e fazia considerações sobre o ritmo do desenvolvimento tecnológico.

Quanto às ponderações sobre o trabalho de Meadows e sua equipe, os especialistas de Sussex reconheciam sua relevância em tornar públicas as questões sobre as implicações do padrão de utilização dos recursos naturais e do meio ambiente para possibilitar o crescimento, levando a discussão acadêmica a fóruns públicos.

A apreciação desses especialistas, contudo, sobre as possibilidades de se formular políticas públicas com base nas simulações computacionais do chamado "Modelo do Mundo", feitas pela equipe de Meadows não era tão favorável. As razões para isso diziam respeito aos valores metodológicos e ideológicos do próprio modelo. Os problemas metodológicos básicos do modelo,

³ O'Riordan (1977), estudando as "ideologias" por trás do pensamento ambientalista, interpreta, a exemplo de Herrera (1974), que a visão catastrofista e as propostas da equipe do MIT - voltadas especialmente para o controle da natalidade no Terceiro Mundo - caracterizam uma posição "arrogante e elitista" da equipe (O'Riordan, 1977:8).

segundo os especialistas de Sussex, eram: a carência de dados, as hipóteses de base assumidas e os pressupostos sobre relações entre as variáveis. Além disso, havia um certo fetichismo associado ao uso do computador, que parece conferir *per se* a validação dos resultados. O que a equipe de Sussex chama de "valores ideológicos do modelo", de acordo com Freeman (1973), diz respeito ao fato de que este prescindiu de possíveis contribuições da economia e da sociologia, desprezando, além disso, fatores de difícil quantificação, como mudanças políticas ou de valores sociais.

Quanto ao cerne da crítica da equipe de Sussex, um dos autores afirma que:

"(...) a inclusão do progresso técnico no modelo do MIT em setores nos quais ele foi omitido tem o efeito de postergar indefinidamente as catástrofes que o modelo prediz." (Freeman, 1973:10).

O autor reconhece dois motivos que julga respeitáveis para o "pessimismo tecnológico" da equipe do MIT ou para seu ataque aos "otimistas tecnológicos". O primeiro motivo seria baseado na idéia de que não havia garantias de que o ritmo do progresso técnico seria mantido. O segundo motivo seria derivado das dificuldades de se garantir institucionalmente o sucesso de um avanço tecnológico, ainda que ele fosse tecnicamente viável.

Enquanto a garantia institucional é uma questão que fica sem solução, de acordo com Freeman (1973), a questão da continuidade do progresso técnico é mais clara. A difusão dos grandes laboratórios industriais de pesquisa, o fenômeno da *Big Science*, bem como a atuação das instituições públicas de pesquisa e das universidades faz com que o ritmo da mudança técnica esperada à época (início dos anos 70) seja maior e não menor do que aquele experimentado até então.

Mesmo assim, restavam razões para dúvida sobre o ritmo da mudança tecnológica. Naquele momento já se discutiam os problemas dos retornos decrescentes dos investimentos em P&D e da má distribuição dos recursos. Os retornos decrescentes dos investimentos em P&D podiam ser atribuídos aos custos elevados de certos equipamentos e da manutenção de quadros com altos níveis de qualificação profissional. A má distribuição dos recursos para pesquisa e desenvolvimento era mais uma constatação revelada pela relação, à época, entre os recursos voltados para objetivos militares (cerca de 50% do total) e para a solução de problemas agrícolas, ambientais e industriais nos países em desenvolvimento (menos de 2% do total dos investimentos totais em P&D). Apesar desses problemas, seria um erro, segundo Freeman (1973), não levar em conta as possibilidades que o desenvolvimento tecnológico coloca para a superação de limites ao crescimento.

Não seria correto dizer que a equipe do MIT não dá nenhum espaço em seus modelos às possibilidades tecnológicas. O que ocorre é que as hipóteses sobre tecnologia, que no mais das vezes são especificações implícitas nas equações, variam segundo o setor do modelo geral. No setor industrial, por exemplo, é assumido um retorno constante de capital, o que significaria que a produtividade do capital industrial é constante. O efeito dessa hipótese é que não haveria restrição de capital para o desenvolvimento do setor industrial. No setor agrícola, por outro lado, existe a

hipótese de retornos decrescentes do capital. O crescimento da produção agrícola acaba sendo barrado, portanto, pela escassez de capital no setor.

Combinadas, as duas hipóteses sobre a tecnologia nos dois setores levam ao colapso da economia. A partir dessas considerações, Freeman (1984) coloca em perspectiva os resultados do crescimento sobre o meio ambiente, do ponto de vista do "Modelo do Mundo": da perspectiva industrial, o resultado é a "intoxicação" do ambiente (devido à poluição contínua); da perspectiva agrícola, é a escassez de alimentos (e a fome).

É bem verdade que a análise feita pela equipe de Meadows a partir do "Modelo do Mundo" é essencialmente pessimista sobre os impactos da tecnologia sobre a qualidade ambiental. Sua contribuição – bem como a contribuição do debate catastrofista dos anos 70 como um todo – é tanto mais importante por ter trazido contribuições normativas, isto é, contribuições que determinam aquilo que é “desejável” para a sociedade: determinam o alvo da intervenção pública. Embora tenha sido responsável pela proposição da política de “crescimento zero”, o catastrofismo sombrio dos ambientalistas dos anos 70 também acabou servindo para sugerir um alvo um tanto mais sóbrio: a busca de mudanças qualitativas no desenvolvimento tecnológico.

"O que deve ser procurado é uma mudança qualitativa na direção do progresso técnico, não a continuidade das tendências quantitativas (...). [Deve-se procurar] direcionar tais mudanças para tecnologias e padrões de vida que economizem recursos e para um maior uso de energia solar e de recursos renováveis." (Daly, 1974:18).

Contrapondo-se ao pânico da catástrofe iminente que tanto marcou as discussões ambientalistas nos anos 70, as considerações sobre os rumos qualitativos do progresso técnico aparecem introduzindo um pouco de temperança ao debate. Assim, são introduzidas no debate ambientalista recente as reflexões sobre um direcionamento da tecnologia para soluções mais favoráveis à preservação ambiental.

É Rosenberg (1976) quem formula essa assertiva:

"É possível por em prática o funcionamento de nossa tecnologia a fim de reduzir a destruição de alguns dos efeitos secundários nocivos da tecnologia moderna e ainda proporcionar novos usos aos resíduos. (...) estou seguro que se comprovará que muitas das predições sombrias com base ecológica são demasiadamente pessimistas porque subestimam nossa capacidade de levar a cabo uma ação corretiva usando as ferramentas da ciência e da tecnologia moderna." (Rosenberg, 1976:245).

Do ponto de vista da *escassez de materiais*, algumas vias de desenvolvimento tecnológico que muitos textos atuais de "gestão ambiental" consideram "inovadoras" não eram propriamente novidade em meados dos anos 70. Rosenberg (1976) enumera algumas dessas vias: o aumento da produtividade dos recursos (o autor cita, por exemplo, que a quantidade de carvão exigida para a gerar um Kw/h baixou de cerca de 7 libras em 1900 para menos de 1 libra na década de 60); o desenvolvimento de novos materiais (fibras sintéticas, plásticos etc.); a elevação da produtividade dos processos de extração; o desenvolvimento de técnicas para reutilização de sobras de materiais e de resíduos; o desenvolvimento de técnicas para utilização de recursos de minas mais profundas; o melhor aproveitamento dos recursos mais abundantes ou de recursos naturais renováveis.

Rosenberg (1976) considera que grande parte dos problemas ambientais do mundo atual é resultado do uso de tecnologias "mais baratas" e pouco eficientes no uso dos recursos.

"(...) a poluição ambiental é apenas o resultado da decisão de adotar um método de produção menos custoso." (Rosenberg, 1976:247).

A explicação para o uso de tecnologias mais baratas é, por certo, coerente do ponto de vista estritamente econômico (elas possuem a característica que os economistas costumam chamar de "eficiência-custo" – *cost-effectiveness*). Não é, pois, sem razão que a referência à questão do custo, por Rosenberg (1976), nos reporta neste momento à assertiva segundo a qual nem sempre a eficiência econômica é compatível com as tentativas de melhorar a qualidade ambiental ou pelo menos de minorar o dano ambiental.

Simon (1973), que também tomou parte do debate sobre tecnologia e meio ambiente nos anos 70, afirma que "tecnologia é o conhecimento de como fazer coisas e nem todas as coisas que ela nos ensina fazer são feitas" (Simon, 1973:1110). A razão para que assim seja, segundo afirma o autor, é que as decisões de aplicar uma tecnologia são feitas em nossa matriz de instituições sociais, desde as famílias, em suas decisões de consumo até as decisões políticas sobre o uso de fundos públicos para a exploração de certas possibilidades tecnológicas, passando pelas decisões privadas de explorar uma certa via tecnológica.⁴ Ou seja, importantes decisões sobre temas tecnológicos são feitas dentro das estruturas institucionais e por isso Simon (1973) assevera que é essencial aprender como melhorar os processos de tomada de decisão de nossas instituições e, assim, promover o uso progressivamente mais judicioso do conjunto crescente de conhecimento tecnológico de que podemos dispor.⁵

Parece-nos razoável supor que a promoção desse uso mais judicioso das tecnologias requer que as conheçamos, avaliemos e, finalmente, que escolhamos aquelas que julgarmos "mais adequadas" aos propósitos desejados.

3 Tecnologia e Meio Ambiente: uma síntese comparativa de elementos teórico-conceituais

Para evidenciar as características do universo de análise em que se insere o normativo convencional, contrapondo-as a outras características observadas na realidade e que se colocam como desafios a novas perspectivas de análise, recorreremos à tipificação das interpretações sobre a realidade de tomada de decisão elaborada por Godard (1993), que apresentamos no Quadro 1.

⁴ Ver mais adiante outras considerações sobre a importância das instituições para o direcionamento das mudanças tecnológicas.

⁵ Esse corpo de conhecimento que influencia e determina a maneira pela qual decidimos aplicar a tecnologia é chamado por Simon (1973) de "metatecnologia".

Por meio dessa tipificação, o autor contrapõe as características fundamentais ou fatos estilizados pertinentes a dois universos de análise sobre a realidade da tomada de decisão em matéria de meio ambiente, por ele denominados, respectivamente, "universo estabilizado" e "universos controvertidos."

O "universo estabilizado" corresponde, de acordo com Godard (1993), a uma tipificação das realidades de tomada de decisão a partir de características (fatos estilizados) estáveis, sobre a qual é construída uma representação coerente dos problemas ambientais e de suas possíveis soluções. Esta representação é pertinente à interpretação convencional da Economia do Meio Ambiente sobre as realidades de tomada de decisão em matéria de meio ambiente.

Os "universos controvertidos", por sua vez, correspondem a uma tipificação das realidades de tomadas de decisão caracterizadas por estados de debates freqüentes e de disputas permanentes – estados em que se mesclam interpretações muitas vezes conflituosas sobre a determinação causal dos problemas ambientais, em que persiste a incerteza sobre a eficácia das soluções disponíveis ou distinguidas como possíveis, em que se confrontam interesses (sincrônicos e diacrônicos) – estados, enfim, que não podem ser caracterizados pela estabilidade, mas sim pela mudança, pela instabilidade, pela controvérsia.

A tipificação original de Godard (1993) das realidades de tomada de decisão inclui sete dos onze fatos estilizados descritos no Quadro 1. O autor caracteriza o "universo estabilizado" e os "universos controvertidos" para tomadas de decisão em matéria de meio ambiente quanto: i) à pertinência de interesses (células 2a e 2b, no Quadro 1); ii) à expressão de interesses (células 4a e 4b); iii) ao estado do conhecimento científico (células 5a e 5b); iv) à reversibilidade dos problemas ambientais (células 7a e 7b); v) à difusão (ou apropriação) de interpretações científicas a natureza dos problemas ambientais (células 6a e 6b). O autor ainda qualifica vi) os "universos controvertidos" quanto à natureza dos problemas ambientais (célula 8b) e vii) o "universo estabilizado" quanto à percepção dos problemas ambientais (célula 3a). Complementamos a tipificação desses dois últimos "fatos estilizados": vi) quanto à natureza dos problemas ambientais,

no caso de "universo estabilizado" (célula 8a) e vii) quanto à sua percepção pelos agentes, no caso de "universos controvertidos" (célula 3b).⁶

Contribuímos também para a tipificação proposta por Godard (1993) pela designação de outros quatro fatos estilizados: viii) marco normativo ou referencial de tomada de decisão (células 1a e 1b); ix) fundamentação lógica das ações de tomada de decisão (células 9a e 9b);⁷ x) relação entre mudança tecnológica e problemas ambientais (células 10a e 10b); e xi) instrumentalização dessas ações (células 11a e 11b).

⁶ Cada um desses fatos estilizados é apresentado e discutido mais adiante.

⁷ A proposição 9b é derivada diretamente do fato estilizado apresentado na célula 7b, também da autoria de Godard (1993).

Quadro 1 - Universo Estabilizado *versus* Universos Controvertidos:
síntese de fatos estilizados de duas interpretações distintas sobre a realidade da tomada de decisão em matéria de meio ambiente e mudança tecnológica

Categorias de Fatos Estilizados	Fatos Estilizados pertinentes ao Universo Estabilizado	Fatos Estilizados pertinentes aos Universos Controvertidos
1. Marco normativo ou referencial de tomada de decisão	1a. Noção da existência de uma determinada situação ou estado econômico (ou de organização da sociedade) único - de produção, consumo e interação de forças de oferta e demanda - como um <i>locus</i> ótimo e de equilíbrio, cujo alcance é identificado com a compatibilização dos interesses individuais com os interesses coletivos e em relação ao qual nenhum outro estado é preferível, caracterizado em última instância pela eficiência econômica. ²	1b. Não referência <i>teórica</i> a uma única situação desejável, mas o reconhecimento de uma multiplicidade de possibilidades de desenvolvimento para diferentes sociedades. Não referência <i>positiva</i> a uma meta associada a um equilíbrio de forças econômicas, mas uma referência <i>heurística</i> a uma co-evolução entre o ideal de proteção ambiental e as possibilidades de desenvolvimento tecnológico e da capacidade de organização da sociedade (idéia de "alvo-móvel"). Reconhecimento da necessidade de se recorrer a <u>múltiplos</u> critérios para uma definição <i>participativa</i> de uma situação "desejável". ²
2. Pertinência de interesses	2a. Somente os interesses (ou preferências) dos agentes presentes são diretamente pertinentes.	2b. Os interesses de terceiros ausentes (gerações futuras, espécies biológicas, ecossistemas) não são redutíveis às preferências individuais dos agentes atuais.
3. Percepção dos problemas ambientais	3a. Comportamento dos agentes é guiado por uma percepção perfeita dos efeitos externos de sua atividade.	3b. Os agentes têm percepção apenas imperfeita dos efeitos de suas atividades, por um lado, devido ao <i>timing</i> de manifestação dos problemas ambientais e, por outro, devido a suas próprias limitações cognitivas (relativas ao acesso a informações, à compreensão e à interpretação de informações e outros sinais, ao domínio dos códigos ou da linguagem necessária, à aprendizagem). ¹
4. Expressão de interesses	4a. Os agentes dispõem de instrumentos sociais adequados para exprimir suas preferências.	4b. Existe contradição entre as preferências dos agentes presentes e ausentes e tal contradição se deve ao fato de que os instrumentos de expressão das preferências dos agentes são legitimados diretamente, enquanto que os ausentes não podem se manifestar senão por meio de representantes que também possuem interesses presentes.
5. Estado do conhecimento científico	5a. O conhecimento científico dos problemas em questão se encontra estabilizado.	5b. A tomada de decisão não pode se valer de evidências científicas definitivamente estabelecidas. A ciência progride por meio de controvérsias sobre os problemas ambientais, em que novas hipóteses são continuamente formuladas, novos nexos de causalidade são propostos, explicações prévias são contestadas e enunciados são reformulados.
6. Difusão das interpretações científicas	6a. Os conhecimentos científicos estabilizados são compartilhados, constituindo um <u>mundo comum</u> para todos os atores, e sua disponibilidade precede a ação.	6b. A concorrência entre produtos ou tecnologias depende de uma competição sobre as visões do mundo e sobre as visões do futuro, que são múltiplas, amparadas por estratégias empresariais que se apropriam, de acordo com seus interesses, de diferentes explicações ou teorias científicas.
7. Reversibilidade	7a. Os fenômenos em questão são reversíveis.	7b. Existe irreversibilidade potencial associada tanto aos danos ambientais quanto às mudanças tecnológicas. Muitos acreditam que é necessária a tomada de decisão imediata, antes mesmo que seja alcançado um consenso científico.
8. Natureza dos problemas ambientais	8a. Os problemas ambientais surgem como insuficiência ou falha do sistema de mercado em alcançar o estado social ótimo (presença de externalidades). ¹	8b. Os problemas ambientais são objeto de construção científica e social.
9. Fundamentação lógica das ações (de tomada de decisão)	9a. A concepção e a implementação de ações de controle ambiental são fundamentadas pela busca da correção das referidas insuficiências e falhas do sistema de mercado. ²	9b. A concepção e a implementação de políticas ambientais são informadas e norteadas pela ação de redes de cientistas e especialistas que, devido às novas formas de concorrência (v. acima item sobre "apropriação de interpretações científicas"), influenciam autoridades públicas e dirigentes de empresas.
10. Relação entre mudança tecnológica e problemas ambientais	10a. A mudança tecnológica - (a nova tecnologia está disponível no mercado e é passível de aplicação " <i>end-of-pipe</i> ") - tem lugar como resultado reativo dos agentes econômicos (é <i>demand pull</i>), com o objetivo de reduzir custos derivados da internalização das "externalidades". ²	10b. A dinâmica tecnológica - entendida como processo permeado por incertezas técnicas e econômicas, onde as opções tecnológicas não se processam independentemente (mas se organizam em sistemas ou paradigmas), podendo envolver alterações profundas (rupturas) dos processos produtivos ou continuidades (<i>lock-in</i>) - tem lugar como busca de posições mais vantajosas no mercado, com o objetivo de desestabilizar e modificar a estrutura do mercado e de conferir ao inovador lucros excepcionais e persistentes tanto quanto possível. ²
11. Instrumentalização das ações (de tomada de decisão)	11a. Instrumentos (taxas, subsídios, permissões) para intervenção pública são concebidos com o objetivo de restabelecer o funcionamento eficiente do mercado e, assim, corrigir suas insuficiências e falhas. ²	11b. Assumem importância as soluções negociadas em diversas instâncias decisórias (tratados internacionais, contratos diplomáticos, acordos voluntários setoriais - globais, regionais, nacionais e locais - e convenções globais temáticas - mudanças climáticas, biodiversidade etc.). ²

Fonte: Construído a partir de Godard (1993). ¹ - Complementação parcial da autora para tipificação dos universos de tomada de decisão, a partir de Godard (1993). ² - Contribuições da autora, com base na literatura consultada, para essa tipificação.

Para construir esses quatro fatos estilizados complementares, partimos da mesma perspectiva de análise do autor, ou seja, consideramos as interpretações teóricas convencionais da economia do meio ambiente e da mudança tecnológica como desenvolvimentos históricos da teoria microeconômica tradicional ou neoclássica, baseados em modelos de equilíbrio e de eficiência no sentido de Pareto. É claro que esses desenvolvimentos teóricos se beneficiam amplamente de admirável coerência interna e inegável elegância formal. Entretanto, sabemos que estritamente *"de um ponto de vista lógico-formal, as proposições teóricas não podem ser provadas ... [nem tampouco] ... automaticamente refutadas. [...]"* (Prado, 1991:199).

Assim, não importa quão consistentes se apresentem as análises convencionais do ponto de vista de sua articulação lógica interna, desde que é patente sua fragilidade quando testadas contra a realidade, que se apresenta muito mais complexa e diversa. São contraprovas empíricas, aportadas por contribuições de outros autores e pelo próprio debate ambientalista recente, que permitem extrair da realidade - como faz Godard (1993) e como também fazemos a seu exemplo - tais fatos estilizados para compor os "universos controvertidos". Mas qual o significado de uma contraprova oferecida por análises empíricas?

"... uma contraprova empírica só mostra que uma, dentre muitas hipóteses envolvidas em um teste, fundamentais ou meramente auxiliares, é falsa ou [foi] violada ... [de modo que] ... proposições e sistemas de proposições duvidosos, inadequados ou simplesmente incorretos podem, em princípio, subsistir indefinidamente se não houver uma firme disposição em rejeitá-los. Isto requer que sejam estabelecidas, com o máximo rigor, as condições sob as quais os testes produzem evidências empíricas relevantes." (Prado, 1991:200).

Assim, não basta a simples confrontação com elementos da realidade, com o fim de "testar" a teoria, para fundamentar seu questionamento ou sua refutação: é necessária, conforme argumenta Prado (1991), determinação na disposição em rejeitá-la ou, como preferimos colocar, na disposição de não aceitar como gerais certos sistemas de proposições das análises convencionais.

Nossa disposição aqui é evidenciar traços que reputamos marcantes dessa fragilidade das análises convencionais das realidades de tomada de decisão em matéria de meio ambiente e mudança tecnológica, por meio da contraposição, apresentada logo abaixo, dos fatos estilizados do "universo estabilizado" aos dos "universos controvertidos". Com isso, pretendemos criar "as condições sob as quais os testes produzem evidências empíricas relevantes" (Prado, 1991:200). Se é dessa forma, em assim procedendo estaremos demonstrando que, em lugar de seu ambicionado caráter genérico, as análises convencionais se restringem, pelo contrário, a formulações e postulados aplicáveis tão somente a um conjunto de situações de caráter bastante específico: aquelas que podem ser descritas a partir das características do "universo estabilizado".

Pretendemos, a partir de nossa contribuição, trazer dois aportes à tipificação das interpretações das realidades de tomada de decisão proposta por Godard (1993): a) por um lado, ampliá-la pela inclusão de fatos estilizados relacionados às dimensões i) normativa ou de referencial de tomada de decisão, ii) de fundamentação lógica das ações e iii) de instrumentalização da tomada de decisão; e b) por outro lado, estendê-la da esfera decisória *relativa a meio ambiente* para a esfera decisória envolvendo *meio ambiente e mudança tecnológica*.

A seguir, caracterizamos brevemente cada um dos referidos fatos estilizados e os contrapomos segundo sua pertinência à abordagem convencional da realidade de tomada de decisão em matéria de meio ambiente e mudança tecnológica ("universo estabilizado") ou a uma perspectiva crítica ("universos controvertidos").

i. Marco normativo ou referencial de tomada de decisão

No contexto da interpretação convencional - ou no âmbito do "universo estabilizado" como o denominou Godard (1993) - o papel central que cabe à referência a uma determinada situação ou estado de organização da sociedade único - de produção, consumo e interação de forças de oferta e demanda - como um *locus* ótimo e de equilíbrio, que compatibiliza os interesses individuais com os coletivos e em relação ao qual nenhum outro estado é preferível (ou, melhor dizendo, "Pareto-preferível"). O marco normativo das análises convencionais é o "ótimo de Pareto", que é caracterizado em última instância pela eficiência econômica.

A ocorrência de externalidades (como os problemas ambientais) é uma das situações que impedem o alcance deste "ótimo".⁸

Cabe, então, evidenciar a existência de dois elementos conceituais organizadores, presentes no debate ambientalista recente, que poderiam assumir o *status* de um novo marco normativo: a) o conceito de desenvolvimento sustentável empregado progressivamente como elemento de caracterização da finalidade das ações; e b) o conceito de tecnologias "mais limpas", que tem sido empregado nas políticas públicas associado à caracterização dos meios que devem ser mobilizados para o alcance do desenvolvimento sustentável.

Assim, não se deve entender essa discussão como uma tentativa de se extrair do debate ambientalista recente, a qualquer custo, um novo marco normativo alternativo ao "ótimo de Pareto". Argumentamos que estes elementos acima referidos podem assumir e têm assumido *de fato* um papel de marco normativo, porém num sentido estritamente diferente daquele presente na noção de "ótimo de Pareto". Diferente pelo menos por três razões. Em primeiro lugar, pelo fato de não estar logicamente

⁸ Os instrumentos econômicos de implementação de políticas ambientais têm a função de fazer com que esses custos sejam internalizados pelos agentes responsáveis por sua geração.

articulado a uma certa interpretação teórica econômica. Em segundo lugar, pela razão de ser empregado *de fato* para a orientação de ações de tomada de decisão em "universos controvertidos". Finalmente, por ser definido com relação a uma "situação desejável" a qual evolui conjuntamente com uma série de outros elementos (como os conhecimentos com respeito aos problemas ambientais, a perspectiva de desenvolvimentos técnicos - efetivos ou potenciais - para a solução desses problemas, o aumento da sensibilidade e do envolvimento da opinião pública com respeito aos referidos problemas).

Neste debate, é notável, sobretudo, o caráter móvel desse marco, que pode ser representado por uma espécie de co-evolução do ideal de qualidade ambiental e da mudança tecnológica.

A não correspondência, por outro lado, dessa "situação desejável" com o "ótimo de Pareto" torna insuficiente o critério de eficiência econômica para avaliar os diferentes "estados sociais", ou seja: há a necessidade de se recorrer a *múltiplos critérios*, capazes de contemplar, por exemplo, a equidade social, o acesso aos bens e serviços ambientais e a homogeneidade da qualidade desses bens e serviços.

Finalmente, em uma realidade que se mostra muito mais complexa do que o "universo estabilizado" pressuposto por uma representação de equilíbrio geral competitivo o marco normativo pode ser compreendido como objeto de a construção científica e social de uma "situação desejável". Envolvendo uma multiplicidade de agentes, é de se esperar que uma tal definição, no corpo de políticas públicas, seja objeto de conflitos. Como tais conflitos passam, então, a fazer parte da realidade das negociações políticas, intermediá-los tende a fazer parte do papel das próprias autoridades públicas.

ii. Pertinência de interesses

A pertinência de interesses se refere à categoria de fatos estilizados que, no "universo estabilizado" das representações convencionais da realidade de tomada de decisão, expressam a noção de que somente os interesses (ou preferências) dos agentes presentes são diretamente pertinentes. Num tal "universo estabilizado", o que se convencionou chamar de direitos das gerações futuras (justiça diacrônica) e os direitos de sobrevivência de outras espécies - defendidos pelos ambientalistas - encontram-se subsumidos à noção de preferências individuais das gerações presentes.

Concordamos com Godard (1993), entretanto, que argumenta que numa realidade de tomada de decisão caracterizada pelos "universos controvertidos", os interesses de terceiros ausentes (gerações futuras, espécies biológicas, ecossistemas) não são redutíveis às preferências individuais dos agentes atuais.

Amazonas (1998) contribui para fundamentar essa posição, sistematizando três razões fundamentais pelas quais os atributos da problemática ambiental não são passíveis de ser apreendidos pelas preferências individuais: a) a insuficiência cognitiva dos indivíduos; b) a impossibilidade de

codificação dos elementos ambientais em termos monetários; e c) a não-ocorrência do desejo de equidade para com as gerações futuras ou de perpetuação da humanidade.

iii. Percepção dos problemas ambientais

Godard (1993) ressalta que, em "universos estabilizados" de tomada de decisão, o comportamento dos agentes é guiado por uma percepção perfeita dos efeitos externos de sua atividade.

Aditamos a este fato estilizado uma caracterização dos ambientes de tomada de decisão em "universos controvertidos". Nestes ambientes, argumentamos que os agentes têm percepção apenas imperfeita dos efeitos de suas atividades, por um lado, devido ao *timing* de manifestação dos problemas ambientais e, por outro, devido a suas próprias limitações cognitivas (relativas ao acesso a informações, à compreensão e à interpretação de informações e outros sinais, ao domínio dos códigos ou da linguagem necessária, à aprendizagem). Em outras palavras, existe, por um lado, um hiato temporal entre a início da ocorrência da causa do dano e a manifestação de seus efeitos e, por outro lado, um segundo hiato temporal entre a ocorrência dos efeitos e sua percepção pelos agentes econômicos.

iv. Expressão de interesses

Em uma realidade de tomada de decisão caracterizada com os elementos de um "universo estabilizado", considera-se que os agentes dispõem de instrumentos sociais (e econômicos) adequados para exprimir suas preferências.

Os interesses (e preferências) das gerações presentes encontram *locus* de manifestação nas diversas instituições sócio-políticas, na organização social, na validação eleitoral de propostas políticas e na chancela econômica de produtos e serviços, pela compra e pelo sistema de preços. Neste sentido, a precificação dos bens/serviços ambientais a partir dos métodos de valoração econômica também refletiria as preferências das gerações presentes.

Entretanto, Godard (1993) adverte que freqüentemente existe contradição entre as preferências dos agentes presentes e ausentes. Quando se trata de ameaças globais ao meio ambiente, em que a manifestação dos efeitos danosos (ainda muito incertos) pode ser efetivamente percebida apenas por gerações subseqüentes (tal é o caso do aquecimento global e também da depleção da camada de ozônio), as gerações presentes podem ter incentivos muito frágeis - se é que podem ter algum na ausência de intervenção determinada por parte do Estado - para tomar decisões que resultem na proteção da qualidade ambiental.

Uma tal contradição, segundo Godard (1993), se deve ao fato de que os instrumentos de expressão das preferências dos agentes são legitimados diretamente (seja por sua disposição a pagar - a utilizar e a consumir certos bens/serviços, seja por meio de instituições sociais e políticas), enquanto

que os ausentes não podem se manifestar senão por meio de representantes que também possuem interesses presentes.

v. Conhecimento científico

Godard (1993) explica que a caracterização do ambiente de tomada de decisão como um "universo estabilizado" pressupõe também a estabilidade do conhecimento científico dos problemas em questão. Em situações pertinentes a um tal universo, as tomadas de decisão podem ser informadas por análises científicas com respeito aos problemas ambientais envolvidos, nas quais as cadeias causais são esclarecidas e a natureza e a abrangência dos efeitos são identificadas.

Em contraste, a idéia de "universos controvertidos" é muito mais aderente a situações em que a tomada de decisão não pode se valer de evidências científicas definitivamente estabelecidas. Por trás dessa interpretação reside a idéia de que a ciência progride por meio de controvérsias sobre os problemas ambientais, em que novas hipóteses são continuamente formuladas, novos nexos de causalidade são propostos, explicações prévias são contestadas e enunciados são reformulados. Subsiste uma diversidade de explicações conflituosas. É em casos como estes que a tomada de decisão pode se ver constrangida a preceder a estabilização do conhecimento científico.

vi. Difusão das interpretações científicas

Quando os conhecimentos científicos com respeito aos problemas ambientais são, além de estabilizados, compartilhados pelos diferentes agentes, é possível dizer, como argumenta Godard (1993), que constituem um *mundo comum* para todos esses agentes e que sua disponibilidade precede a ação. Tal é a interpretação convencional da Economia do Meio Ambiente para os ambientes de tomada de decisão em matéria de políticas ambientais.

Entretanto, como adverte o mesmo autor, na medida em que persistem estados de controvérsia com relação à interpretação científica sobre causas e efeitos dos problemas ambientais, os agentes tendem a se apropriar das *visões de mundo e de futuro* que mais se coadunam com seus próprios interesses. Em "universos controvertidos", a concorrência entre produtos ou tecnologias depende também de uma competição sobre as *visões de mundo* e sobre as *visões de futuro*. Essas visões tendem, portanto, a assumir múltiplas formas, amparadas por estratégias empresariais fundamentadas, de acordo com seus interesses, em diferentes explicações ou teorias científicas.

vii. Reversibilidade

Tradicionalmente, a Economia do Meio Ambiente tem associado aos problemas ambientais, como vimos, uma natureza econômica de desvio com relação a um estado *ótimo*. Godard (1993) pondera que a correção dos problemas de externalidade equivale, num "universo estabilizado", à

correção do problema ambiental em si. Em outras palavras, o fenômeno do dano ambiental em questão é reversível.

Do ponto de vista da mudança técnica envolvida na correção do problema em causa, parece haver igualmente uma suposição de reversibilidade. Processos produtivos podem ser corrigidos por mudanças da própria tecnologia de produção, mas principalmente pela adoção de tecnologias de final de circuito, capazes de reverter o problema do dano.

Entretanto, existe irreversibilidade potencial associada tanto aos danos ambientais quanto à mudança tecnológica, irreversibilidade que caracteriza um processo cuja marcha é inexorável (*straightforward*), no qual a situação inicial não poderá jamais ser recriada.

viii. Natureza dos problemas ambientais

Do ponto de vista das análises econômicas tradicionais, os problemas ambientais surgem como insuficiência ou falha do sistema de mercado em alcançar o estado social ótimo. Contribuição inestimável da Economia para a definição de estratégias de intervenção pública, esse tipo de interpretação com respeito à natureza dos problemas ambientais deixa algum incômodo quando transitamos de contextos de tomada de decisão em "universo estabilizado" para contextos caracterizados como "universos controvertidos".

Levando em conta realidades de tomada de decisão caracterizadas como "universos controvertidos", Corazza (2001) elenca uma série de objeções a essa interpretação sobre a natureza dos problemas ambientais – como a não correspondência do ótimo paretiano de degradação a um "ótimo" ambiental. Em razão de objeções como esta, Godard (1993) afirma que, em "universos controvertidos", os problemas ambientais são objeto de construção científica e social.

ix. Lógica das ações (de tomada de decisão)

Os agentes envolvidos nas tomadas de decisão em matéria de meio ambiente e mudança tecnológica correspondem às diferentes entidades que atuam na realidade econômica e social. Se por um lado esta afirmação pode parecer evidente, convém salientar que ao fazer essa correspondência, as análises convencionais parecem, paradoxalmente, violar e reafirmar o pressuposto do individualismo metodológico.

Num "universo estabilizado", a lógica das ações das instituições públicas é o de corrigir as falhas, desvios e insuficiências do sistema de mercado em alocar os recursos ambientais de maneira *ótima*. Neste intuito, essas instituições devem capturar as preferências individuais relativas a bens/serviços ambientais, determinando sua alocação *ótima* por meio de ações de internalização de seus custos e *corrigindo*, assim, as falhas do mercado.

Não se incluem, nestas análises, as atribuições de *instituições de investigação científica e desenvolvimento tecnológico*, seja porque o conhecimento científico encontra-se disponível e razoavelmente estabilizado, constituindo um *mundo comum* às tomadas de decisão, seja porque as soluções tecnológicas são consideradas disponíveis no mercado e perfeitamente conhecidas pelos agentes. Essas instituições (de investigação científica e desenvolvimento tecnológico) são, portanto, entidades estranhas às análises convencionais.

Do ponto de vista analítico que propomos desenvolver, são as instituições que têm papel central nas tomadas de decisão em matéria de meio ambiente e mudança tecnológica e, segundo julgamos, devem ser compreendidas e mencionadas como entidades logicamente distintas das categorias puramente individuais assumidas convencionalmente.

x. *Relação entre mudança tecnológica e problemas ambientais*

Trata-se, aqui, de distinguir a visão convencional sobre *mudança tecnológica e meio ambiente* - em que as soluções (representadas por tecnologias *isoladas*, no sentido de não estarem associadas a sistemas tecnológicos) estariam disponíveis no mercado e seriam passíveis (em sua maior parte) de aplicação nos finais dos circuitos produtivos (*end-of-pipe*), característica de um "universo estabilizado", contrapõe-se a constatação de uma complexidade de soluções (não apenas técnicas *stricto sensu*, mas também de organização da produção, da logística, da gestão etc.) que não se apresentam isoladamente, característica de "universos controvertidos".

Além disso, num "universo estabilizado", a mudança tecnológica tem lugar como resultado de um comportamento reativo dos agentes econômicos, induzido pela alteração dos preços relativos dos bens/serviços ambientais, com o objetivo de reduzir os custos derivados da internalização das externalidades.

A observação crítica central que se coloca aqui é que o conceito de *tecnologias mais limpas* não se relaciona a soluções definitivas, mas que, ao contrário, se apresenta em co-evolução com a própria dinâmica tecnológica, com os padrões de qualidade ambiental e, por conseguinte, com a construção sócio-política desses padrões.

xi. *Instrumentalização das ações (de tomada de decisão)*

O objeto em questão consiste na instrumentalização da ação das instituições, visando a que essas cumpram o papel que se lhes atribui (segundo o que apreendemos como a lógica de sua ação, apresentada mais acima) na solução dos problemas ambientais. Esta instrumentalização está intimamente associada, por um lado, à concepção que se retém sobre o referencial de tomada de decisão (item i da presente tipificação) e, por outro, à natureza que se atribui aos problemas ambientais (item viii).

No caso das abordagens convencionais, em que o marco normativo consiste no alcance de uma situação final redutível à *otimalidade* no sentido de Pareto e em que a natureza dos problemas ambientais constituem desvios (ou *falhas*) do funcionamento do mecanismo de mercado, o papel cabível às instituições é o de dirigir o sistema econômico (alocação de *recursos ambientais*) rumo à situação *ótima*.

Deve-se, segundo essas abordagens convencionais, primar pelo emprego de instrumentos econômicos, tão próximos ao mercado quanto possível (taxas, subsídios e permissões negociáveis).

Em realidades de tomada de decisão caracterizadas como "universos controvertidos", entretanto, as soluções negociadas tendem a assumir maior importância nas mais diversas instâncias decisórias. Este fato estilizado pode ser observado tanto nas arenas internacionais de tomada de decisão em matéria de meio ambiente na forma de tratados internacionais, acordos diplomáticos e em convenções globais temáticas - como aquelas sobre as mudanças climáticas, a preservação da biodiversidade e a proteção da camada de ozônio),⁹ quanto em arenas regionais e locais, como é o caso de acordos voluntários firmados entre empresas e entre essas e os governos.¹⁰

4 Discussão

Nossa "visita" ao debate ambientalista recente ao longo das duas seções anteriores nos permitiu identificar um conjunto de características das realidades de tomada de decisão em matéria de meio ambiente e mudança tecnológica que em muito se distanciam das características dessas realidades conforme as interpretações convencionais da Economia do Meio Ambiente.

É necessário dizer que não se trata aqui de negar a importância das contribuições da Economia do Meio Ambiente como esforço de interpretação da problemática ambiental ou como "oficina para usinagem de ferramentas" para implementação de políticas públicas.

Entendemos, todavia, que a análise empreendida neste artigo contribui para evidenciar a amplitude do alcance das análises convencionais. Julgamos que, na medida em que se reportam a determinados "fatos estilizados" da realidade de tomada de decisão, essas análises terão seu alcance restrito às situações que se apresentarem com aquelas características particulares.

Segundo argumentamos, as características das realidades de tomada de decisão em matéria de meio ambiente e mudança tecnológica podem ser melhor representadas por um conjunto de fatos estilizados, que emprestamos de Godard (1993), cuja tipificação ampliamos. Esses fatos estilizados

⁹ Como já mencionamos, uma análise dos casos das convenções sobre mudanças climáticas e sobre a proteção da camada de ozônio é realizada por Faucheux & Noël (1990).

¹⁰ Uma análise de casos deste tipo de acordo é feita, por exemplo, por Lévêque (1996).

pertinentes a realidades de tomadas de decisão caracterizadas como "universos controvertidos", em muito se distanciam dos fatos estilizados característicos das interpretações convencionais inscritas num "universo estabilizado". Levar em conta essas características é uma tarefa que exige, segundo argumentamos, um trânsito para uma perspectiva de análise alternativa.

Como sabemos, avalia-se a validade e a utilidade de uma teoria não apenas por sua consistência lógica interna, mas também por sua capacidade de explicar os fenômenos da realidade e por seu teor prospectivo e normativo. É notória a lógica interna da Economia do Meio Ambiente, apoiada que é nos fundamentos teóricos e metodológicos da microeconomia tradicional, sobretudo nas análise de Equilíbrio Geral Competitivo, em suas derivações normativas a partir da Economia do Bem-Estar e, mais recentemente, nas contribuições derivadas dos avanços da microeconomia. Mas as teorias também são testadas contra a observação, contra os *atos reais* e, como resultado desses testes, elas são freqüentemente modificadas, refinadas e mesmo descartadas. Esse processo é central no desenvolvimento da própria teoria.

Faz-se ainda necessário perguntar quais seriam as implicações de nossa análise para as tomadas de decisão em matéria de tecnologia e meio ambiente.

Aceitar a natureza “controvertida” do ambiente deste tipo de tomada de decisão implica reconhecer que a busca de "tecnologias mais limpas" deve ser colocada como uma decisão historicamente referida. Nesta perspectiva, o conceito de "tecnologias mais limpas" deve ser entendido como inerentemente relativo, de forma que seu desenvolvimento constitui, permanentemente, um *alvo móvel* a ser alcançado. Selecionar as trajetórias mais desejáveis, segundo entendemos, deve ser tarefa a ser desempenhada de forma mais participativa e a partir da consideração de múltiplos critérios de decisão (e não apenas do critério de eficiência econômica).

Bibliografia

- AMAZONAS, M. de C. (1998). Economia ambiental neoclássica e desenvolvimento sustentável. *Anais do XXVII Encontro Nacional de Economia* - ANPEC, Vitória, vol. 3, pp. 1585-1640.
- AMAZONAS, M. de C. (1999). O desenvolvimento sustentável na perspectiva das teorias econômicas institucionalista, pós-keynesiana e regulacionista. *Anais do XXVII Encontro Nacional de Economia* - ANPEC, Belém, vol. 2, pp. 1195-1220.
- CORAZZA, R. I. (1996). *Inovação tecnológica e demandas ambientais*: notas sobre o caso da indústria brasileira de papel e celulose. Campinas: Unicamp/DPCT/IG. (Dissertação de Mestrado).

- CORAZZA, R. I. (2000a). Do debate científico à política pública: polarização das discussões acadêmicas entre biólogos nos anos 70 e instrumentalização econômica das políticas ambientais. *Revista de Ciência e Tecnologia*, 8(16):107-118.
- CORAZZA, R. I. (2000b). Transformações teórico-metodológicas em análises econômicas recentes de problemas ambientais: evidências de um novo marco na economia do meio ambiente? *Revista Ensaios FEE*, ano 21, No 2.
- CORAZZA, R. I. (2001). *Políticas públicas para tecnologias mais limpas: uma análise das contribuições da Economia do Meio Ambiente*. Campinas: Unicamp/IG. (Tese de Doutorado).
- DALY, H. (1974). The world dynamics of economic growth: the economics of the steady state. *American Economic Association*, pp. 15-21.
- FAUCHEUX, S.; NOËL, J-F. (1990). *Les menaces globales sur l'environnement*. Paris: La Découverte.
- FAUCHEUX, S.; NOËL, J-F. (1990). *Les menaces globales sur l'environnement*. Paris: La Découverte.
- FREEMAN, C. (1973). Malthus with a computer. *Futures*, (feb):5-13.
- FREEMAN, C. (1984). Prometheus unbound. *Futures*, 16(5):494-507.
- GODARD, O. (1993). Stratégies industrielles et conventions d'environnement : de l'univers stabilisé aux univers controversés. INSEE - *Méthodes "Environnement et Économie"*, (39-40): 145-174. Paris: CIRED.
- HERRERA, A. O. (1974). *Los recursos minerales y los límites del crecimiento económico*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores.
- HERRERA, A. O. et alii. (1976). *Catastrophe or New Society? A Latin American World Model*. Ottawa, Canada: International Development Research Centre.
- LÉVÊQUE, F. (1996). *Environmental Policy in Europe: industry, competition and the policy process*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- MADDOX, J. (1974). *El síndrome del fin del mundo*. Barcelona: Barral Editores.
- MCCORMICK, J. (1992). *Rumo ao paraíso: a história do movimento ambientalista*. Rio de Janeiro: Ed. Relume-Dumará.
- MEADOWS, D. et alii (1973). *Limites do crescimento: um relatório para o projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade*. Tradução Ines M. F. Litto. São Paulo: Perspectiva.
- O'RIORDAN, T. (1977). Environmental ideologies. *Environment and Planning*, (9):3-14.
- PEPPER, D. (1986). *The roots of modern environmentalism*. London & New York: Routledge.

- PINDYCK, R. S. & RUBINFELD, D. L. (1994). *Microeconomia*. São Paulo: Makron Books.
- PRADO, E. F. S. (1991). *Economia como ciência*. Série Estudos Econômicos. São Paulo: IPE/USP.
- ROMEIRO, A. R. (1999a). *Desenvolvimento sustentável e mudança institucional*: notas preliminares. Campinas: Unicamp/IE. (Texto para Discussão n. 68).
- ROMEIRO, A. R. (1999b). *Globalização e Meio Ambiente*. Campinas: Unicamp/IE. (Texto para Discussão n. 91).
- ROSENBERG, N. (1976). *Perspectives on technology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- SANDBACH, F. (1978). The rise and fall of the Limits to Growth debate. *Social Studies of Science*, 8:495-520.
- SIMON, H. A. (1973). Technology and environment. *Management Science B* (Applications), XIX (10):1110-1121.
- SKEA, J. (1995). Environmental Technology. In: Folmer, H.; Landis Gabel, H.; Opschoor, H. (Ed.) *Principles of Environmental and Resource Economics*. a guide for students and decision-makers. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- SOLOW, R. M. (1974). The economics of resources or the resources of economics. *American Economic Review*, 64(2): 1-14.