

Economia ou economia política da sustentabilidade

■ ■ ■

Ademar Ribeiro Romeiro

Instituto de Economia da Unicamp

1.1. Situando a economia política do meio ambiente

No esquema analítico convencional, o que seria uma *economia* da sustentabilidade é visto como um problema, em última instância, de **alocação** intertemporal de recursos entre consumo e investimento por agentes econômicos racionais, cujas motivações são fundamentalmente maximizadoras de utilidade. A ação coletiva (por meio do Estado) se faz necessária apenas para corrigir as falhas de mercado que ocorrem devido ao fato de boa parte dos serviços ambientais se constituir de bens públicos (ar, água, capacidade de assimilação de dejetos etc.), não tendo, portanto, preços. Uma vez corrigidas estas falhas, de modo a garantir a correta sinalização econômica da escassez relativa destes serviços ambientais, a dinâmica de alocação intertemporal de recursos tenderia a se processar de modo eficiente, não havendo problemas de incerteza e de risco de perdas irreversíveis.

No esquema analítico proposto, o problema da *economia política* (Quadro 1.1) da sustentabilidade é visto como um problema de **distribuição** intertemporal de recursos naturais finitos, o que pressupõe a definição de limites para seu uso (**escala**). Além disso, trata-se de um processo envolvendo agentes econômicos cujo comportamento é complexo em suas motivações (as quais incluem dimensões sociais, culturais, morais e ideológicas) e que atuam em um contexto de incertezas e de riscos de perdas irreversíveis que o progresso da ciência não tem como eliminar. Desse modo, tanto a natureza como o papel da ação coletiva são completamente distintos daqueles pressupostos no esquema analítico convencional. Trata-se de um processo de escolha pública onde caberá à sociedade civil, em suas várias formas de organização (o Estado, entre outras), decidir, em última instância, com base em considerações morais e éticas.

Neste primeiro capítulo do livro procuramos mostrar, portanto, que o desafio do desenvolvimento sustentável não tem como ser enfrentado a partir de uma perspectiva teórica que desconsidera as dimensões culturais e éticas no processo de tomada de decisão.



Quadro 1.1. A origem teórica da economia política

Tradicionalmente, o adjetivo **política** associado ao substantivo **economia** indica uma visão teórica que se distingue por incluir, em seu esquema analítico, considerações de ordem política em seu sentido amplo. Isto é, inclui considerações morais e éticas em contraposição à economia sem adjetivo (*economics*), cuja visão teórica subjacente (neoclássica) pressupunha ser uma exigência científica à exclusão deste tipo de considerações.³ Entretanto, a economia é sempre economia política na medida em que todo ser humano pensa e age a partir de uma escala de valores.¹ É ilusória a ideia positivista de que as proposições podem ser divididas claramente entre positivas e normativas. Existe sempre algum julgamento de valor ou aspecto ideológico em todos os conceitos, afirmações e teorias em economia. Nesse sentido, o hábito da economia convencional de olhar exogenamente os valores e as preferências como dados não é algo que decorre de uma posição cientificamente neutra.²

Além disso, procura deixar claro também porque este processo de tomada de decisão terá que ser supraindividual, isto é, baseado em ações coletivas altruisticamente motivadas e não em decisões individuais maximizadoras de bem-estar de cada agente econômico. Ela está dividida em cinco seções além desta parte inicial.

A segunda seção apresenta uma breve digressão sobre a evolução histórica da capacidade das sociedades humanas de transformar a natureza, marcada pelas revoluções agrícola e industrial. Busca-se deixar claro que embora esta evolução tenha sido marcada cada vez mais por desequilíbrios ecológicos, isto não é inevitável. É possível transformar radicalmente a natureza, como quando se pratica a agricultura sem, no entanto, desrespeitar as regras ecológicas básicas. Outro ponto a notar refere-se à magnitude da escala atual das atividades humanas o que, independentemente de estas atividades respeitarem ou não as regras ecológicas básicas, levanta o problema do limite da capacidade de suporte do planeta Terra. Nesse sentido, enfatiza-se a necessidade de não apenas buscar uma melhor eficiência na utilização dos recursos naturais, reduzindo drasticamente e/ou eliminando a poluição, como também a necessidade de estabilizar os níveis de consumo de recursos naturais *per capita* dentro dos limites da capacidade de suporte do planeta.

Na seção seguinte discute-se a questão do desenvolvimento sustentável de uma perspectiva teórica. São apresentados os fundamentos das duas principais correntes teóricas em economia que tratam dos problemas de sustentabilidade: a economia ambiental (neoclássica) e a economia ecológica. As diferenças entre as duas abordagens são assinaladas não apenas do ponto de vista teórico, como também daquele das implicações concretas destas duas visões analíticas em termos das políticas ambientais que inspiram e suas consequências.

A seção 1.4 introduz o problema da valoração econômica de serviços ecossistêmicos. No esquema analítico convencional os valores obtidos refletem, direta ou indiretamente,

apenas a disposição a pagar dos “consumidores” de meio ambiente. Além disso, escapa da valoração boa parte dos serviços ecossistêmicos em jogo devido ao desconhecimento do ecossistema em questão e das funções que lhe são inerentes e que dão origem a estes serviços. O conhecimento mais aprofundado dos ecossistemas mostra também aquilo que não é passível de valoração econômica por não se traduzir diretamente em serviços ecossistêmicos, mas que tem um papel importante na estabilidade do mesmo, bem como possivelmente de outros, no longo prazo. A modelagem econômico-ecológica é a ferramenta que torna possível levar em conta, ainda que imperfeitamente, a complexidade ecossistêmica no processo de valoração e na definição de políticas ambientais.

Na quinta seção são analisados os limites à mudança decorrente das características próprias da dinâmica de acumulação capitalista e do padrão de consumo correspondente, marcado pela criação incessante de novas necessidades de consumo. Nesse sentido, a estabilização do consumo de recursos naturais *per capita* dependerá de uma mudança de valores. São apresentadas também as condições objetivas que podem contribuir para o sucesso de um movimento de educação ambiental visando esta mudança de valores com base, em última instância, em considerações de ordem ética.

Na última seção são brevemente sumariadas as condições históricas que explicam o surgimento de um instrumento jurídico, o princípio de precaução, que se configura como uma importante inovação institucional aplicável em processos de tomada de decisões sob incerteza. Apresenta-se também uma proposta metodológica de classificação e hierarquização dos problemas ambientais segundo os níveis de incerteza sistêmica e de risco de perdas irreversíveis. Finalmente, na última seção, as principais conclusões do capítulo são apresentadas e comentadas.

1.2. Desenvolvimento sustentável — Perspectiva histórica

Em um passado distante, antes do controle do fogo pela espécie humana, a interação desta com a natureza era semelhante àquela dos animais mais próximos na cadeia evolutiva, como os grandes primatas. O controle do fogo abriu caminho para que esta interação assumisse características próprias cada vez mais distintas. Sobrevivem, entretanto, ainda hoje, amostras de povos, como os yanomamis, vivendo no neolítico, testemunhos vivos de que o controle do fogo por si só pode não levar a mudanças radicais e progressivas no modo de inserção da espécie humana na natureza.

Do ponto de vista ecológico, o modo de vida de povos como os yanomamis, ou mesmo de outros povos indígenas mais evoluídos no sentido de usar mais largamente o fogo como técnica agroflorestal e outros instrumentos, não provoca nenhum desequilíbrio comprometedor do ecossistema, embora o modifique. Seu modo de vida conduz a transformações na paisagem florestal que, embora não facilmente perceptíveis para olhos não treinados, são reais e bastante marcadas em determinados locais. Mas são transformações de tal modo integradas com o ambiente florestal que não se diferenciam muito do tipo de transformações que certas espécies animais podem causar no ecossistema onde estão inseridas. Portanto, um ecossistema em equilíbrio não quer dizer um ecossistema estático. É um sistema dinâmico, que se modifica, embora lentamente, graças a interações entre as diversas espécies nele contidas, em um processo conhecido como coevolução.

* Em sua exortação pela volta à tradição ética em economia, Sen (1987) observa que desde Adam Smith duas tradições em economia se firmaram: uma, preocupada com a moral e a ética (que além dos autores clássicos, como Smith, Marx, Ricardo, Stuart Mill, inclui autores como Veblen, Myrdal, entre outros, e toda a escola institucionalista contemporânea); a outra (neoclássica), que ele classifica como uma espécie de “engenharia econômica”, onde esta preocupação não existiu.



Com a invenção da agricultura há cerca de dez mil anos, a humanidade deu um passo decisivo na diferenciação de seu modo de inserção na natureza em relação àquele das demais espécies animais. A agricultura provoca uma modificação radical nos ecossistemas. A imensa variedade de espécies de um ecossistema florestal, por exemplo, é substituída pelo cultivo/criação de umas poucas espécies, selecionadas em função de seu valor seja como alimento, seja como fonte de outros tipos de matérias-primas que os seres humanos considerem importantes.

Entretanto, apesar de modificar radicalmente o ecossistema original, a agricultura não é necessariamente incompatível com a preservação do equilíbrio ambiental fundamental. É possível construir um ecossistema agrícola baseado em sistemas de produção que preservem certos mecanismos básicos de regulação ecológica. Por exemplo, pode-se reduzir a infestação de pragas nas culturas com a alternância do cultivo de espécies distintas em uma mesma área (rotações de culturas). Este resultado é obtido na medida em que a rotação de culturas é uma forma de garantir um mínimo de biodiversidade, que é o principal mecanismo da natureza para manter o equilíbrio do ecossistema. Do mesmo modo, pode-se obter efeito semelhante através da manutenção de uma paisagem agrícola diversificada, entremeada de bosques e matas, de áreas de agudadas etc.

Em relação à manutenção da fertilidade do solo, para garantir a sustentabilidade é preciso não apenas repor os nutrientes exportados com as culturas, mas fazê-lo de modo equilibrado, isto é, de acordo com os processos naturais de reciclagem de nutrientes. Uma fertilização química desequilibrada tem impactos negativos no próprio solo, bem como sobre os recursos hídricos do ecossistema. Enfim, é possível, em princípio, transformar radicalmente um dado ecossistema natural, substituindo-o por outro, “artificial”, mas também equilibrado do ponto de vista ecológico. A diferença fundamental neste último caso é que a manutenção do equilíbrio terá que contar com a participação ativa dos seres humanos, agindo com base em certos princípios básicos de regulação ecológica (diversidade biológica, reciclagem de nutrientes etc.).

Com a Revolução Industrial a capacidade da humanidade de intervir na natureza deu um novo salto colossal e que continua a aumentar sem cessar. É interessante notar que esta enorme capacidade de intervenção ao mesmo tempo que provocou grandes danos ambientais, também ofereceu em muitas situações os meios para que a humanidade afastasse a ameaça imediata que estes danos pudessem representar para sua sobrevivência e, com isso, retardasse a adoção de técnicas e procedimentos mais sustentáveis. Um exemplo significativo neste sentido foi o uso intensivo de fertilizantes químicos baratos que, em muitas regiões, mascarou o efeito da erosão dos solos sobre a produtividade agrícola.

Para além dos desequilíbrios ambientais decorrentes desta maior capacidade de intervenção, a Revolução Industrial, baseada no uso intensivo de grandes reservas de combustíveis fósseis, abriu caminho para uma expansão inédita da escala das atividades humanas, que pressiona fortemente a base de recursos naturais do planeta. Ou seja, mesmo se todas as atividades produtivas humanas respeitassem princípios ecológicos básicos, sua expansão não poderia ultrapassar os limites termodinâmicos que definem a “capacidade de carga” (“*carrying capacity*”) do planeta. A magnitude da punção exercida pelas socieda-

Quadro 1.2. “Pegada Ecológica” (*Ecological Footprint*)

O conceito de “pegada ecológica” é baseado na ideia de que, para a maioria dos tipos de consumo material e energético, corresponde a uma área mensurável de terra e de água nos diversos ecossistemas que deverá fornecer os fluxos de recursos naturais necessários para cada tipo de consumo, bem como a capacidade de assimilação dos rejeitos gerados. Desse modo, para se estimar a pegada ecológica de uma determinada sociedade é preciso considerar as implicações (coeficientes técnicos) de cada tipo de consumo em termos de demanda por recursos naturais.

Atualmente existem estimativas com base em seis categorias de uso da terra: terra degradada ou consumida (por exemplo, aquela sob áreas construídas), terra sob jardins, terra agrícola, pastagens, florestas plantadas e terra de energia. As áreas sob águas, notadamente o oceano, ainda coloca dificuldades importantes para sua avaliação.

A terra de energia pode ser definida de dois modos: a) como a área média necessária para produzir um determinado fluxo de energia de biomassa equivalente ao fluxo atual obtido com a queima de combustíveis fósseis; b) como a área média de florestas “sequestradoras de carbono” necessária para absorver as emissões atuais de dióxido de carbono. A primeira seria a escolhida no caso de abandono do uso de combustíveis fósseis. A segunda no caso de se continuar queimando estes combustíveis fósseis.

É claro que estes são exercícios ainda bastante precários e que, provavelmente, não poderão superar todos os obstáculos metodológicos para se obter uma medida acurada da punção exercida pelas sociedades humanas sobre o meio ambiente. No entanto, apesar das controvérsias, são exercícios úteis que, juntamente com outras medidas agregadas de impactos ambientais (indicadores de sustentabilidade e contas ambientais), podem ter um papel importante tanto do ponto de vista pedagógico, de conscientização ecológica, como também para orientar a definição de políticas ambientais.

des humanas sobre o meio ambiente, sua “pegada ecológica” (“*ecological footprint*” — ver Quadro 1.2), resulta do tamanho da população multiplicado pelo consumo *per capita* de recursos naturais, dada a tecnologia. O progresso técnico pode atenuar relativamente esta pressão, mas não eliminá-la.

A “capacidade de carga” do planeta Terra não poderá ser ultrapassada sem que ocorram grandes catástrofes ambientais. Entretanto, como não se conhece qual é esta capacidade de carga, e será muito difícil conhecê-la com precisão, é necessário adotar uma postura precavida que implica agir sem esperar para ter certeza. Nesse sentido, é preciso criar o quanto antes as condições socioeconômicas, institucionais e culturais que estimulem não apenas um rápido progresso tecnológico poupador de recursos naturais como também uma mudança em direção a padrões de consumo que não impliquem o crescimento contínuo e ilimitado do uso de recursos naturais *per capita*.

Como veremos mais adiante, é mais fácil atingir boa parte do primeiro destes objetivos do que o segundo. Em relação a este último, a grande dificuldade está em que a estabilização dos níveis de consumo *per capita* pressupõe uma mudança de atitude, de valores, que contraria aquela prevaiente ligada à lógica do processo de acumulação de capital em vigor desde a ascensão do capitalismo, e que se caracteriza pela criação incessante de novas necessidades de consumo. Haveria, portanto, que se passar de uma “civilização do ter” para uma “civilização do ser”.³

1.3. Desenvolvimento sustentável — Perspectiva teórica

Desenvolvimento sustentável é um conceito normativo que surgiu com o nome de **ecodesenvolvimento** no início da década de 1970.* Ele surgiu num contexto de controvérsia sobre as relações entre crescimento econômico e meio ambiente, exacerbada principalmente pela publicação do relatório do Clube de Roma que pregava o crescimento zero como forma de evitar a catástrofe ambiental. Ele emerge deste contexto como uma proposição conciliadora, onde se reconhece que o progresso técnico efetivamente relativiza os limites ambientais, mas não os elimina e que o crescimento econômico é condição necessária, mas não suficiente para a eliminação da pobreza e disparidades sociais.

O tempo jogou a favor de uma ampla aceitação desta proposição, mas que, por esta ser basicamente normativa, não foi capaz de eliminar as divergências quanto a sua interpretação. As dificuldades desse entendimento revelam-se não apenas nas incontáveis definições de desenvolvimento sustentável como também nas diferenças de interpretação de uma mesma definição. No Relatório Brundtland,⁴ por exemplo, ele é definido basicamente como “aquele que satisfaz as necessidades atuais sem sacrificar a habilidade do futuro satisfazer as suas”. Mas o que isso quer dizer exatamente? Como se traduz em termos de políticas públicas?

No debate acadêmico em economia do meio ambiente as opiniões se dividem entre duas correntes principais de interpretação:⁵

a) A primeira corrente é representada principalmente pela chamada **Economia Ambiental** (o “mainstream” neoclássico) e considera que os recursos naturais (como fonte de insumos e como capacidade de assimilação de impactos dos ecossistemas) não representam, a longo prazo, um limite absoluto à expansão da economia. Pelo contrário, inicialmente estes recursos sequer apareciam em suas representações analíticas da realidade econômica, como, por exemplo, na especificação de função de produção onde entravam apenas o capital e o trabalho. A economia funcionava sem recursos naturais (Figura 1.1a). Esta visão implícita de infinitude dos recursos naturais na análise neoclássica foi objeto de crítica pioneira e sistemática por Nicolas Georgescu-Roegen (Quadro 1.3).

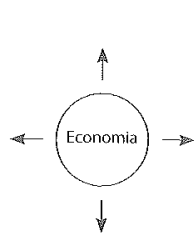


Figura 1.1a

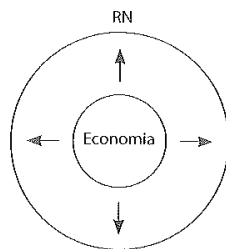


Figura 1.1b

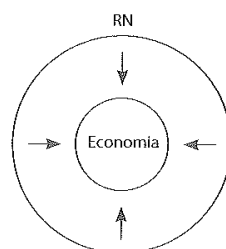


Figura 1.2

Quadro 1.3. Nicolas Georgescu-Roegen

Nicolas Georgescu-Roegen, matemático e economista de origem romena, ocupa uma posição singular na história do pensamento econômico. Economista reconhecido por suas contribuições ao “mainstream”, publicou em 1971 a obra seminal intitulada “The Entropy Law and the Economic Process” que, embora tenha sido saudada por Paul Samuelson como uma obra revolucionária, passou todos esses anos sob o silêncio da maioria dos economistas convencionais, incluindo os trabalhos posteriores do próprio Samuelson!

A razão deste silêncio na verdade não é difícil de entender. A consideração da Lei da Entropia no raciocínio econômico forçaria revisões profundas no corpo teórico convencional. A começar pela representação básica do funcionamento da economia por meio do diagrama do fluxo circular entre firmas e unidades de consumo onde não há lugar para os recursos naturais como insumos e como rejeitos lançados ao meio ambiente.

Aparentemente seria fácil incluir o meio ambiente nesta representação analítica. No entanto, como observa Daly (1996), esta representação de fluxo circular é inerente à epistemologia mecanicista do paradigma teórico neoclássico, onde existem apenas movimentos reversíveis e qualitativamente neutros.

O que é importante ressaltar da obra de Georgescu é a introdução da ideia de **irreversibilidade e de limites** na teoria econômica, que decorre da segunda lei da termodinâmica (lei da entropia) em contraposição à primeira (sobre a transformação da matéria), na qual essa ideia não faz sentido e sobre a qual se baseia implicitamente a teoria econômica convencional.

Com o tempo, os recursos naturais passaram a ser incluídos nas representações de função de produção, mas mantendo a sua forma multiplicativa, o que significa a **substituíbilidade** perfeita entre capital, trabalho e recursos naturais* e, portanto, a suposição de que os limites impostos pela disponibilidade de recursos naturais podem ser indefinidamente superados pelo progresso técnico que os **substitui** por capital (ou trabalho). Em outras palavras, o sistema econômico é visto como suficientemente grande para que a indisponibilidade de recursos naturais (RN) se torne uma restrição à sua expansão, mas uma restrição apenas **relativa**, superável **indefinidamente** pelo progresso científico e tecnológico (Figura 1.1b). Tudo se passa como se o sistema econômico fosse capaz de se mover suavemente de uma base de recursos para outra à medida que cada uma é esgotada, sendo o progresso científico e tecnológico a variável-chave para garantir que esse processo de substituição não limite o crescimento econômico a longo prazo.

Na literatura, essa concepção ficou conhecida por meio do conceito de sustentabilidade fraca. Uma economia é considerada “não sustentável” se a poupança total fica abaixo da depreciação combinada dos ativos produzidos e não produzidos, os últimos usualmente restritos a recursos naturais.⁶ A ideia subjacente é a de que o investimento compensa as gerações futuras pelas perdas de ativos causadas pelo consumo e produção correntes (formalmente apresentada pela “regra de Hartwick”). Ela tem sido criticada tanto em termos das hipóteses assumidas (crítica externa) como da sua inconsistência metodológica (críti-

* A autoria do termo não é bem estabelecida, mas existe concordância geral em atribuir a Ignacy Sachs, da Escola de Altos Estudos em Ciências Sociais de Paris, uma preeminência nas suas qualificações conceituais.

* $Y = f(K, L, R)$, o que significa que a quantidade de recursos naturais (R) requerida pode ser tão pequena quanto se deseja desde que a quantidade de capital (K) seja suficientemente grande. Georgescu-Roegen criticou essa nova versão da função de produção neoclássica (que batizou de variante Solow-Stiglitz) chamando-a de “passe de mágica”.



ca interna). Em relação às hipóteses assumidas, assinala-se a impossibilidade de o capital produzido pelo homem substituir os serviços vitais fornecidos por algumas categorias de recursos naturais. Na abordagem da sustentabilidade fraca não se reconhecem, portanto, as características únicas de certos recursos naturais que, por não serem produzidos, não podem ser substituídos pela ação humana. Como consequência do argumento prévio, o consumo de capital natural pode ser irreversível, e a agregação simples com o capital produzido pode não ter sentido.*

No que concerne à inconsistência metodológica, esta ficaria patente na valoração do capital. Dado que esta abordagem propõe uma agregação combinando capital produzido e natural, isso requer um numerário comum, uma atribuída ao sistema de preços correntes: para serem valorados, os recursos naturais devem se referir aos preços existentes (o capital produzido é estimado pelos preços de mercado observados).

Entretanto, argumenta-se que o numerário não deveria basear-se no sistema de preços vigente porque ele não capta inúmeros aspectos ecossistêmicos — que é exatamente o problema original motivador da valoração dos recursos naturais. Um sistema de preços apropriado deveria considerar como cada bem seria afetado se todas as funções ecossistêmicas fossem monetizadas, mas estas funções somente poderiam ser monetizadas se o sistema de preços for conhecido. Esse problema de circularidade tornaria o uso de preços de mercado um procedimento bastante questionável para determinar se uma economia é ou não sustentável.⁷

Para esta corrente, os mecanismos por meio dos quais se dá esta ampliação indefinida dos limites ambientais ao crescimento econômico devem ser principalmente mecanismos de mercado. No caso dos bens ambientais transacionados no mercado (insumos materiais e energéticos), a escassez crescente de um determinado bem se traduziria facilmente na elevação de seu preço, o que induz a introdução de inovações que permitem poupá-lo e, no limite, substituí-lo por outro recurso mais abundante. Em se tratando dos serviços ambientais em geral não transacionados no mercado devido a sua natureza de bens públicos (ar, água, ciclos bioquímicos globais de sustentação da vida, capacidade de assimilação de rejeitos etc.), este mecanismo de mercado falha. Para corrigir esta falha é necessário intervir para que a disposição a pagar por esses serviços ambientais possa se expressar à medida em que sua escassez aumenta.

Empiricamente teria sido observado que a evolução natural das preferências dos indivíduos em função do próprio processo de crescimento econômico seria no sentido de uma menor tolerância à escassez crescente desses serviços devido à poluição, configurando o que pode ser expresso como uma curva de Kuznets** ambiental: na medida em que a renda *per capita* se eleva com o crescimento econômico, a degradação ambiental aumenta até um certo ponto, a partir do qual a qualidade ambiental começa a melhorar. A explicação para este fato estaria em que nos estágios iniciais do processo de desenvolvimento econômico a crescente degradação do meio ambiente é aceita como um efeito colateral ruim, mas inevitável. Entretanto, a partir de certo nível de bem-estar econômico a população

* Ver capítulo 6 para um detalhamento maior da aplicação dos conceitos de sustentabilidade fraca e forte em relação à extração de recursos naturais exauríveis.

** A expressão curva de Kuznets ambiental tem sua origem em um trabalho de Kuznets onde este mostrava empiricamente a existência de uma curva com a forma de U invertido correlacionando crescimento econômico e distribuição de renda.

torna-se mais sensível e disposta a pagar pela melhoria da qualidade do meio ambiente, o que teria induzido a introdução de inovações institucionais e organizacionais necessárias para corrigir as falhas de mercado decorrentes do caráter público da maior parte dos serviços ambientais.

As soluções ideais seriam aquelas que de algum modo criassem as condições para o livre funcionamento dos mecanismos de mercado: seja diretamente, eliminando o caráter público desses bens e serviços por meio da definição de direitos de propriedade sobre eles (negociação coaseana); seja indiretamente, por meio da valoração econômica da degradação destes bens e da imposição desses valores pelo Estado por meio de taxas (taxação pigouviana). A primeira implicaria a privatização de recursos como a água, o ar etc., o que, entre outros obstáculos, esbarraria no elevado custo de transação decorrente de processos de barganha que envolveriam centenas ou mesmo milhares de agentes.

A segunda pressupõe ser possível calcular estes valores a partir de uma curva marginal de degradação ambiental. Desse modo, criar-se-ia para o agente econômico um *trade-off* entre seus custos (marginais) de controle da poluição e os custos (marginais) dos impactos ambientais (externalidades) provocados por suas atividades produtivas, que ele seria forçado a “internalizar” por meio do pagamento das taxas correspondentes (Figura 1.3): o agente econômico vai procurar minimizar seu custo total que resulta da soma do quanto vai gastar para controlar a poluição (custo de controle) com a quantia a ser gasta com o pagamento de taxas por poluir (custo da degradação). O ponto de equilíbrio é chamado de “poluição ótima”.

Reconhece-se, entretanto, que é uma ficção a concepção de uma curva suave de custos marginais da degradação, que ignora o fato de que os impactos ambientais evoluem de modo imprevisível devido à existência de efeitos sinérgicos, de “thresholds” e de reações defasadas.* Mas permanece o princípio de que a política ambiental mais eficiente é aquela que cria as condições, por meio da precificação, para que os agentes econômicos “internalizem” os custos da degradação que provocam.

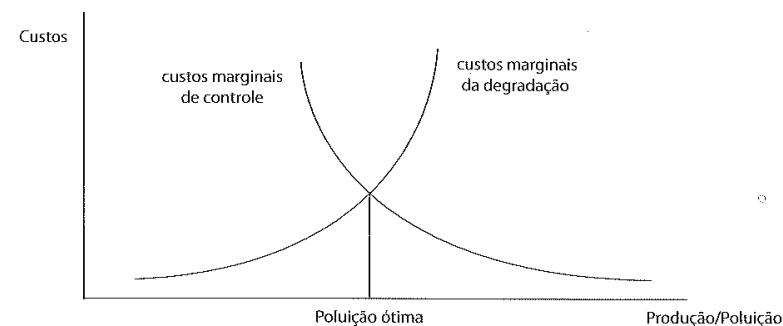


Figura 1.3 O equilíbrio da poluição “ótima”.

* DASGUPTA e MÁLER (1995: 2.378) observam que os ecossistemas evoluem constantemente mudando também sua “capacidade de carga” e de modo essencialmente imprevisível.



b) A segunda corrente de interpretação é representada principalmente pela chamada **Economia Ecológica**, que vê o sistema econômico como um subsistema de um todo maior que o contém, impondo uma restrição **absoluta** à sua expansão (Figura 1.2). Capital e recursos naturais são essencialmente **complementares**. O progresso científico e tecnológico é visto como fundamental para aumentar a eficiência na utilização dos recursos naturais em geral (renováveis e não renováveis) e, nesse aspecto, esta corrente partilha com a primeira a convicção de que é possível instituir uma estrutura regulatória baseada em incentivos econômicos capaz de aumentar imensamente esta eficiência (Quadro 1.3). Permanece, entretanto, a discordância fundamental em relação à capacidade de superação indefinida dos limites ambientais globais. A longo prazo, portanto, a sustentabilidade do sistema econômico não é possível sem estabilização dos níveis de consumo *per capita* de acordo com a capacidade de carga do planeta.

A questão central para essa corrente de análise é, neste sentido, como fazer com que a economia funcione considerando a existência destes limites. O mecanismo de ajuste proposto pelo esquema analítico neoclássico por definição desconsidera, como foi visto, a existência desses limites, supondo a possibilidade de substituição ilimitada dos recursos que se tornam escassos por recursos abundantes.

No caso dos bens ambientais transacionados no mercado (insumos materiais e energéticos), o esquema analítico convencional pressupõe que a escassez crescente de um determinado bem eleva seu preço, o que induz à introdução de inovações que permitem poupá-lo e, no limite, substituí-lo por outros recursos mais abundantes cujos estoques, supõe-se, os agentes econômicos conheçam, juntamente com as diferenças de qualidade, do curso futuro do progresso tecnológico e da própria demanda. Na verdade, como assinala Daly (1996), os preços refletem a disponibilidade de cada recurso independentemente do estoque total de recursos, o que impede que eles possam servir para sinalizar um processo de extração ótima do ponto de vista da sustentabilidade.

No caso dos serviços ambientais não transacionados no mercado devido a sua natureza de bens públicos, o mecanismo de ajuste proposto não leva em conta princípios ecológicos fundamentais para garantir a sustentabilidade, na medida que esse mecanismo é baseado no cálculo de custo e benefício feito pelos agentes econômicos visando à **alocação** de recursos entre investimentos em controle da poluição e pagamentos de taxas por poluir de modo a minimizar o custo total. O cálculo das taxas, por sua vez, será baseado em um conjunto de metodologias de valoração econômica que mensuram direta ou indiretamente a disposição a pagar dos indivíduos por bens e serviços ambientais.

Portanto, o ponto de equilíbrio, chamado de “poluição ótima”, é de equilíbrio econômico e não ecológico, pois, como observa Godard (1992), ecologicamente não se pode falar em equilíbrio quando a capacidade de assimilação do meio é ultrapassada, que é o que ocorre, uma vez que a poluição permanece. O fato de a capacidade de assimilação ser ultrapassada em um dado período (*t*) reduz a capacidade de assimilação no período seguinte e assim sucessivamente, podendo resultar em uma perda **irreversível**. Existe, portanto, uma “destruição líquida”, sendo que somente suas consequências de segunda ordem são levadas em conta, isto é, aquelas que afetam o nível de bem-estar, a curto prazo, de outros agentes.

Esse mecanismo de ajuste implica que a tecnologia e as preferências (e, implicitamente, a distribuição de renda) são tomadas como **parâmetros** não físicos que determinam

uma posição de equilíbrio onde se ajustam as **variáveis** físicas das quantidades de bens e serviços ambientais usados (a **escala**) quando o correto seria, ao contrário, tomar essas quantidades como os parâmetros físicos aos quais deverão se ajustar as variáveis não físicas da tecnologia e das preferências. Esses parâmetros de sustentabilidade, por sua vez, só podem ser socialmente definidos. A determinação de uma **escala sustentável**, da mesma forma que uma distribuição justa de renda, envolve valores outros que a busca individual de maximização do ganho ou do bem-estar, como a solidariedade inter e intragerações, valores estes que têm que se afirmar em um contexto de controvérsias e incertezas científicas decorrentes da complexidade dos problemas ambientais globais. São por estas razões, portanto, que a determinação da escala que se considere sustentável só pode ser realizada por meio de processos coletivos de tomada de decisão.

Desse modo, sem uma intervenção coletiva que defina a escala que a sociedade considere sustentável, a melhoria da qualidade ambiental induzida pela degradação ambiental (a curva de Kuznets ambiental) tende a se limitar àquela degradação que afeta a curto prazo o nível de bem-estar dos agentes (como a provocada pelas emissões de gases sulfurosos, de particulados, o despejo de esgoto doméstico etc.), deixando de lado aquela cujos efeitos envolvem custos mais dispersos e de longo prazo, como é o caso, por exemplo, da degradação provocada pela emissão de dióxido de carbono, que causa o efeito estufa.⁸ De modo geral, portanto, o declínio da poluição, associado ao aumento da renda, se deveu a reformas institucionais locais, tais como legislação ambiental e incentivos baseados em mecanismos de mercado, que não consideram suas consequências internacionais e intergeracionais. Em outras palavras, essas reformas não contribuem para evitar os problemas quando seus custos são suportados pelas populações (via de regra, pobres) de outros países ou pelas futuras gerações, ou seja, não levam em conta os problemas relacionados à justiça distributiva e à escala.

1.4. Valoração econômica e complexidade ecossistêmica*

Para a abordagem econômico-ecológica, o conhecimento aprofundado da dinâmica ecológica decorrente da complexidade dos ecossistemas é uma condição necessária para que a valoração econômica dos serviços ecossistêmicos possa efetivamente subsidiar a adoção de políticas de gestão sustentável dos recursos naturais. Os ecossistemas resultam das complexas, dinâmicas e contínuas interações entre seres vivos e não vivos em seus ambientes físicos e biológicos. Trata-se de sistemas adaptativos complexos, nos quais propriedades sistêmicas macroscópicas, como estrutura, relação produtividade-diversidade e padrões de fluxos de nutrientes, emergem de interações entre os componentes, sendo comum a existência de efeitos de retroalimentação (*feedback*) positivos e negativos,⁹ responsáveis por um equilíbrio dinâmico evolutivo. Eles incluem não apenas as interações entre os organismos, mas entre a totalidade complexa dos fatores físicos que formam o que é conhecido como ambiente.¹⁰

O conjunto de indivíduos e comunidades de plantas e animais (recursos bióticos), sua idade e distribuição espacial, juntamente com os recursos minerais, terra e energia solar (recursos abióticos) compõem a **estrutura ecossistêmica**, que fornece as fundações sobre as

* Para uma análise mais aprofundada ver Andrade e Romeiro (2009a e 2009b).



quais os processos ecológicos ocorrem.^{11*} A maioria dos ecossistemas apresenta milhares de elementos estruturais, cada um exibindo variados graus de complexidade. Esses elementos, por sua vez, exibem comportamentos evolucionários e não mecanicistas.¹² Devido a isso, os ecossistemas são caracterizados por comportamentos não lineares, o que faz com que não seja possível fazer previsões de intervenções baseadas apenas em conhecimentos sobre cada componente individualmente.

Como sistemas complexos, os ecossistemas apresentam várias características (ou propriedades), como variabilidade, resiliência, sensibilidade, persistência e confiabilidade. Dentre elas, as propriedades de variabilidade e resiliência apresentam importância crucial para uma análise integrada das interconexões entre ecossistemas, sistema econômico e bem-estar humano.

A **variabilidade** dos ecossistemas consiste nas mudanças dos estoques e fluxos ao longo do tempo, devido, principalmente, a fatores estocásticos, intrínsecos e extrínsecos, enquanto a **resiliência** pode ser considerada como a habilidade de os ecossistemas retornarem ao seu estado natural após um evento de perturbação natural, sendo que quanto menor o período de recuperação, maior é a resiliência de determinado ecossistema. Pode também ser definida como a medida da magnitude dos distúrbios que podem ser absorvidos por um ecossistema sem que o mesmo mude seu patamar de equilíbrio estável. As atividades econômicas apenas são sustentáveis quando os ecossistemas que as alicerçam são resilientes.¹³

O ponto de mudança de patamar (ou de ruptura) é definido como o **limiar** de resiliência do ecossistema. Os limiares, ou pontos de ruptura (*breakpoints*), são aqueles pontos-limite além dos quais há um dramático e repentino desvio em relação ao comportamento médio dos ecossistemas.¹⁴ O grande problema está no fato de que estes limiares não são conhecidos na maioria dos casos, em especial quando se trata de macroecossistemas regulatórios como aquele responsável pela estabilidade climática. Nos casos em que o risco de perdas irreversíveis decorrentes de sua ruptura é muito elevado, a única solução é a adoção de políticas baseadas no princípio da precaução (ver seção 1.6).

O entendimento da dinâmica dos ecossistemas requer um esforço de mapeamento das chamadas **funções ecossistêmicas**, as quais podem ser definidas como as constantes interações existentes entre os elementos estruturais de um ecossistema, incluindo transferência de energia, ciclagem de nutrientes, regulação de gás, regulação climática e do ciclo da água. Essas funções se traduzem em **serviços ecossistêmicos** na medida que beneficiam as sociedades humanas. Dentre eles pode-se citar a provisão de alimentos, a regulação climática, a formação do solo etc.¹⁵ São, em última instância, fluxos de materiais, energia e informações derivados dos ecossistemas naturais e cultivados que, combinados com os demais tipos de capital (humano, manufaturado e social), produzem o bem-estar humano.

Os processos (funções) e serviços ecossistêmicos nem sempre apresentam uma relação biunívoca, sendo que um único serviço ecossistêmico pode ser o produto de duas ou mais funções, ou uma única função pode gerar mais que um serviço ecossistêmico. A

natureza interdependente das funções ecossistêmicas faz com que a análise de seus serviços requiera a compreensão das interconexões existentes entre os seus componentes. Além disso, o fato de funções e serviços ecossistêmicos ocorrerem em várias escalas espaciais e temporais torna suas análises uma tarefa ainda mais complexa.

Os serviços ecossistêmicos podem ser classificados de maneira semelhante às funções ecossistêmicas das quais resultam. Por exemplo, os **serviços de provisão** incluem os produtos obtidos dos ecossistemas, tais como alimentos e fibras, madeira para combustível, recursos genéticos, produtos farmacêuticos etc. Sua sustentabilidade não deve ser medida apenas em termos de fluxos, isto é, quantidade de produtos obtidos em determinado período. Deve-se proceder a uma análise que considere a qualidade e o estado do estoque do capital natural que serve como base para sua geração, atentando para restrições quanto à sustentabilidade ecológica. Outro exemplo são os **serviços de regulação**, como manutenção da qualidade do ar, regulação climática, controle de erosão, dispersão e assimilação de poluentes, reprodução vegetal (polinização) etc. Diferentemente dos serviços de provisão, sua avaliação não se dá pelo seu “nível” de produção, mas sim pela análise da capacidade de os ecossistemas regularem determinados serviços.

Tendo em vista a importância dos fluxos de serviços gerados pelos ecossistemas para o bem-estar humano e para o suporte da vida no planeta, é inegável a necessidade de valorá-los economicamente de modo a fornecer subsídios para políticas ambientais.⁴ No entanto, é preciso ter clareza de que estes valores somente podem refletir parte do que está em jogo. Esse reconhecimento por parte da abordagem econômico-ecológica é um de seus elementos diferenciadores centrais em relação à abordagem convencional (neoclássica).

O valor de um dado estoque de capital é estimado calculando-se o valor presente dos fluxos de renda futura por ele gerados. Considerando que os ecossistemas são estoques de capital natural, contabilmente seu valor também poderia ser definido pelo valor presente dos fluxos de renda (natural) futura que pode proporcionar (serviços ecossistêmicos). No entanto, como foi visto, ecologicamente nem todas as funções ecossistêmicas se expressam claramente em serviços ecossistêmicos. Além disso, devido ao conhecimento científico insuficiente pode não ser possível saber as consequências no tempo da degradação de uma dada função ecossistêmica. Para uma visão estritamente ecológica, este fato tornaria inviável a valoração econômica dos ecossistemas.

Na visão econômico-ecológica esta não seria, entretanto, uma posição realista na medida em que tornaria inviável na prática a gestão da natureza em benefício da humanidade. É preciso adotar uma abordagem dinâmico-integrada das contribuições das ciências sociais (economia, principalmente) e das ciências naturais (ecologia e biologia, principalmente), de modo a se ter clareza sobre a relevância ecológica do que está sendo valorado economicamente, levando-se na devida conta os vários efeitos de *feedback* existentes entre ecossistemas e sistemas econômicos.¹⁶ Para tanto a modelagem econômico-ecológica se faz necessária.

De acordo com Wätzold *et al.* (2006), um modelo pode ser descrito como uma representação proposital de um sistema, o qual consiste em elementos estruturais e suas relações internas, além de interrelações destes com os ambientes subjacentes. As especificações dos elementos estruturais e dos relacionamentos internos e externos determinam em que me-

8 Um dos principais componentes da estrutura dos ecossistemas é a chamada biodiversidade, a qual pode ser definida como a variabilidade entre os organismos vivos, incluindo, entre outros, ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos, além de todos os processos ecológicos dos quais tais organismos fazem parte (Convenção da Diversidade Biológica, artigo 2°). A perda da biodiversidade representa a maior ameaça aos ecossistemas e à sua capacidade em sustentar processos ecológicos básicos que suportam a vida no planeta (NAEEM *et al.*, 1999).

* Ver Romeiro (2004) para uma avaliação crítica da importância da valoração econômica de impactos ambientais.

didada um modelo pode ser considerado integrado e interdisciplinar. No caso da modelagem econômico-ecológica, três requisitos são necessários: i) profundo conhecimento das disciplinas envolvidas (no caso, economia e ecologia); ii) identificação e estruturação adequada do problema a ser investigado, e; iii) entendimento mútuo entre os pesquisadores (economistas e ecólogos) sobre as escalas e os propósitos da ferramenta da modelagem.

O conhecimento limitado de disciplinas individuais em abordagens integradas tem levado a simplificações, reducionismos e dificuldades em lidar com a complexidade dos sistemas ecológicos e econômicos. As diferentes disciplinas possuem distintas idiossincrasias e o desafio está na construção de uma linguagem comum capaz de abarcar as visões isoladas envolvidas. No caso da valoração dos serviços ecossistêmicos, o conhecimento dos processos ecológicos torna-se uma condição essencial para o entendimento da dinâmica desencadeada por intervenções antrópicas nos ecossistemas. A partir dessas mudanças, é possível utilizar esquemas valorativos que superem as limitações impostas pelas abordagens estritamente econômicas ou ecológicas.

Além de considerar a dinâmica ecológica, uma verdadeira valoração dinâmico-integrada deve incluir também as visões que diferentes grupos de indivíduos têm sobre as diversas categorias de serviços ecossistêmicos e suas dimensões culturais e éticas. Não basta apenas ampliar o cenário de valoração, incorporando aspectos de dimensões ecológicas e biofísicas. É preciso reconhecer que os seres humanos possuem uma racionalidade limitada e que é necessário ponderar quesitos de ordem social.

Segundo Costanza & Ruth (1998), a modelagem econômico-ecológica pode variar entre simples modelos conceituais, que fornecem um entendimento geral do comportamento de um dado sistema, a aplicações realistas, cujo objetivo é avaliar diferentes propostas de política. Os três atributos de um modelo que permitem avaliar a eficiência da ferramenta da modelagem econômico-ecológica são o realismo (simulação de um sistema de uma maneira qualitativamente realística), a precisão (simulação de um sistema de uma maneira quantitativamente precisa) e a generalidade (representação um amplo intervalo de comportamentos sistêmicos com o mesmo modelo). Nenhum modelo poderá maximizar simultaneamente estes três atributos e a escolha de qual deles é mais importante dependerá dos propósitos fundamentais para o qual o modelo está sendo construído.

Para Bockstael *et al.* (1995), o objetivo imediato da modelagem econômico-ecológica é a representação das interações entre os ecossistemas e a atividade humana, ilustrando de que maneira as intervenções antrópicas modificam os ecossistemas e como diferentes configurações ecossistêmicas contribuem para o bem-estar humano. As diferenças mais pronunciadas entre economistas e ecólogos podem ser reconciliadas a partir do momento em que se tenha uma compreensão mais ampla dessas relações mútuas e dos desdobramentos espaciais e temporais da ação humana sobre os ecossistemas.

Ainda de acordo com Bockstael *et al.* (1995), as disciplinas de economia e ecologia possuem algumas características comuns, o que teoricamente poderia contribuir para a integração de suas contribuições para o tratamento da questão dos ecossistemas e seus serviços. Ambas buscam analisar e prever atributos e trajetórias de sistemas complexos, cujas dinâmicas são governadas pela alocação de recursos escassos e onde o comportamento de agentes individuais e fluxos de energia e matéria são essenciais.

Apesar das similaridades, existem significativas diferenças entre as duas disciplinas, mormente ligadas a diferenças no uso de unidades de medida, diferenças no foco em dife-

rentes populações de interesse, distinções no tratamento de riscos e incertezas e paradigmas de análises. Ecólogos usualmente criticam os economistas pela sua excessiva concentração na dimensão antropocêntrica dos valores ecossistêmicos e a consequente desconsideração de importantes processos ecológicos, ao mesmo tempo que economistas criticam ecólogos e demais cientistas naturais pela sua resistência em calcular as contribuições relativas de várias características dos ecossistemas para o bem-estar humano e a não consideração de qualquer tipo de preferência humana no processo de valoração. Neste sentido, a modelagem econômico-ecológica oferece os meios para a integração das perspectivas econômica e ecológica. O notável desenvolvimento de ferramentas computacionais que são capazes de simular as interações entre vários sistemas vem contribuindo decisivamente para tornar viável operacionalmente esta ferramenta analítica.*

1.5. Capitalismo e meio ambiente

Como foi mencionado, a grande dificuldade para a adoção de uma atitude precavida de buscar estabilizar o nível de consumo de recursos naturais está em que essa estabilização pressupõe uma mudança de atitude que contraria a lógica do processo de acumulação de capital em vigor desde a ascensão do capitalismo. Para melhor compreender essa dificuldade é preciso ter em mente o que representou a ascensão do sistema capitalista, comparado com o sistema feudal anterior, em relação à atitude da sociedade diante da produção e do consumo.

Sob muitos aspectos, pode-se dizer que as organizações e instituições feudais representavam uma espécie de expressão organizacional e institucional de motivações não econômicas e/ou altruístas da sociedade. Isto porque através destas instituições e organizações a sociedade feudal buscava submeter as atividades produtivas a minuciosas regulações que refletiam o que ela entendia ser justo, de acordo como uma determinada ordem considerada ideal: desde regras detalhadas de apropriação dos recursos naturais e especificações técnicas sobre como produzir para garantir uma determinada qualidade, passando pela regulação da quantidade a ser produzida, até a determinação da distribuição do excedente e/ou do preço que seria justo. Ou seja, era uma sociedade que buscava submeter a racionalidade econômica a um conjunto de restrições de ordem não econômica e/ou altruísta.

O que caracteriza a ascensão das sociedades capitalistas modernas é, como assinala Gorz (1991), precisamente a abolição destas restrições (de caráter religioso, estético, cultural e social) às quais a racionalidade econômica estava subordinada. Com o capitalismo, portanto, o uso dos recursos tanto os humanos como os naturais passa a ter quase nenhum controle social. Esta liberação de todo tipo de restrição regulatória da atividade econômica teve o efeito positivo de intensificar fortemente o dinamismo tecnológico já presente na sociedade feudal (Quadro 1.4). O lado negativo, entretanto, foi a enorme exploração do trabalho que se seguiu e que atingiu níveis hoje inimagináveis, dando margem a uma grande reação intelectual e organizacional expressa principalmente pelos movimentos socialistas e sindicais. Em razão destes movimentos, pouco a pouco uma série de restrições

* Um exemplo de aplicação de modelos econômico-ecológicos para a valoração de serviços ecossistêmicos pode ser extraído de Boumans *et al.* (2002). Os autores utilizaram o *Global Unified Metalmodel of the Biosphere* (GUMBO) para estimar o valor global dos serviços ecossistêmicos, cujo total mostrou ser 4,5 vezes maior que o Produto Bruto Global para o ano 2000. O GUMBO deu origem ao MIMES (*Multiscale Integrated Models of Ecosystem Services*).

Quadro 1.4. Eficiência ecológica

Atualmente, em uma economia como a americana, apenas 6% de todo o fluxo de materiais que consome resulta em produtos. Em termos de bens duráveis, esta relação cai para 1%. Estima-se que científica e tecnologicamente se poderia hoje reduzir imensamente essa ineficiência ecológica por meio de uma elevação radical da produtividade no uso dos recursos naturais, bem como na redução não menos radical da geração de resíduos.

Em relação à primeira, a perspectiva é de que essa elevação poderia ser de no mínimo um fator 4 podendo atingir um fator 10 (HAWKEN *et al.*, 1999). Não seria impossível, por exemplo, construir um motor de automóvel capaz de fazê-lo rodar até 200 km com um litro de gasolina. Em relação à segunda, existe a perspectiva de construção de sistemas produtivos alternativos que mimetizam os processos biológicos (*biomimicry*) pelos quais a natureza produz uma grande diversidade de produtos altamente resistentes, maleáveis etc. Além disso, engenheiros “metaindustriais” estão criando parques industriais com emissão quase zero através da integração das indústrias em um complexo onde cada empresa usa como insumo os resíduos de outra.

Os investimentos necessários para esta revolução de produtividade seriam não apenas pagos com o tempo pela economia de recursos que propiciam como também, em muitos casos, poderiam reduzir os investimentos iniciais de capital. A enorme ineficiência que está causando degradação ambiental quase sempre custa mais do que as medidas que iriam reverter a situação.

O grande obstáculo a sua implementação está no fato de que os governos não só não acabaram, como continuam a criar e administrar leis, políticas, taxas e subsídios que tornam estas medidas antieconômicas. Entretanto, em alguns países esse quadro começa a ser revertido através, por exemplo, de reformas tributárias que aliviam a tributação sobre a renda das pessoas aumentando, em contrapartida, a taxação sobre o uso de recursos naturais.

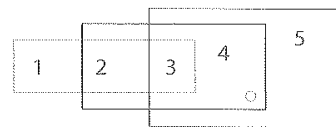


Figura 1.4 O modelo de gerações entrelaçadas.

à exploração do trabalho foi sendo introduzida, na forma de leis e regulações diversas (limitação da jornada de trabalho, proibição do trabalho infantil, salário mínimo, férias remuneradas etc.). Como observa Daly (1996), algumas destas leis e regulações são baseadas em princípios medievais, tais como o princípio escolástico do preço justo.

Em relação aos recursos naturais, só muito recentemente os agentes econômicos passaram a sofrer restrições em relação à forma como os vinham usando. Ainda assim, como foi visto, estas restrições regulatórias se concentraram fundamentalmente sobre aquelas atividades cujos efeitos degradantes atingiam a qualidade de vida das populações em seus locais de origem. A aceitação, por parte destas populações (concentrada nos países afluentes), de restrições ambientais que envolvam algum tipo de sacrifício em benefício de populações de outros países e/ou de um futuro longínquo implica, forçosamente, uma certa dose de altruísmo.¹⁷

No esquema analítico convencional, este tipo de altruísmo não existe, dado seu postulado sobre o comportamento humano (como egoísta e maximizador de utilidade). Nesse contexto analítico, a atitude da presente geração em relação ao futuro é vista fundamentalmente como um problema de alocação intertemporal de recursos entre gerações, a qual é regulada pelo que Howarth e Norgaard (1995) chamam de “laissez-faire” altruísta, onde cada geração busca deixar uma herança para a geração seguinte. Os modelos de “gerações entrelaçadas” (“overlapping generations”), por exemplo (Figura 1.4), consideram que a convivência em cada momento de várias gerações (pais, filhos e netos) permitiria o estabelecimento de uma “cadeia altruísta” entre gerações, por meio da qual as gerações futuras

poderiam ter seu padrão de vida preservado das consequências da degradação ambiental provocada por seus antepassados.

O problema destes modelos é que eles ignoram o fato básico de que as consequências dos problemas ambientais globais recairão muito mais à frente no tempo, sobre uma descendência remota de cada família.* Portanto, o sentimento altruísta necessário para induzir atitudes solidárias em relação a gerações tão distantes no tempo (e tão diferentes geneticamente) só pode ser um sentimento não filial de desprendimento. No entanto, se este sentimento existe, então o bem-estar das gerações futuras se torna um bem público e, como tal, exige uma ação coletiva da sociedade organizada para evitar que essa transferência de recursos entre gerações venha a ser considerada injusta.¹⁸ Para Daly (1996), esse sentimento existe nos seres humanos e pode ser estimulado por meio de ações culturais/educacionais, principalmente (mas não exclusivamente) com o apoio das grandes tradições religiosas, uma vez que todas possuem um conteúdo importante em relação a uma gestão cuidadosa e responsável dos recursos naturais.

O progresso científico e tecnológico na avaliação dos impactos ambientais e sua contabilização monetária são elementos importantes neste processo de educação e conscientização ecológica. Para autores como Siebenhuener (1999), a educação ambiental poderia também ser programada para despertar sentimentos amigáveis em relação à natureza que foram geneticamente condicionados. Segundo ele, a psicologia evolucionária mostrou que a constituição biológica e, em grande medida, psicológica do homem moderno foi formada há cerca de 40 mil anos, quando os seres humanos eram caçadores e coletores. O modo como os seres humanos reagem emocionalmente, sua sexualidade, seu desejo de exercer atividades que tenham algum significado, bem como seus sentimentos em relação à natureza, evoluíram e se estabilizaram até esta época.

Estes sentimentos, juntamente com certos “programas” mentais que regulam reações imediatas em casos de perigo, fome, sede, desejo sexual etc., não estão submetidos ao controle consciente e foram importantes para a sobrevivência da espécie humana e se transmitem geneticamente através das gerações. Em relação à natureza, a sensação de simpatia, beleza e paz que esta desperta em muitas pessoas refletiria, portanto, um sentimento geneticamente condicionado, o qual se encontra amortecido pelo peso de um determinado desenvolvimento cultural, mas que poderia ser reativado por meio da educação.

Existe também um conjunto de fatores, não estritamente ecológicos, que podem ter um papel coadjuvante importante em uma mudança de valores socioculturais que per-

* Daly e Cobb (1988) observam que em cinco gerações cada membro da última será um descendente de 16 pessoas de diferentes origens. Desse modo, não faz muito sentido alguém se preocupar e tomar alguma atitude em relação a deixar uma herança para descendentes longínquos (contendo apenas 1/16 de sua herança genética).



Quadro 1.5. Tecnologia e civilização ocidental

O dinamismo tecnológico do Ocidente, embora tenha se amplificado imensamente com a ascensão do sistema capitalista baseado na propriedade privada dos meios de produção, decorre de certos valores e instituições peculiares à civilização ocidental, presentes também desde o início do feudalismo.

De um lado encontra-se sua visão antropocêntrica sobre o sentido da presença humana na Terra derivada da cosmologia judaico-cristã, na qual os seres humanos foram criados por Deus à sua imagem e semelhança e aos quais toda a Terra e seus recursos estão submetidos. Como assinalam vários historiadores, esta visão representou uma extraordinária mudança de mentalidade na história da humanidade e contribuiu para uma atitude fortemente proativa no sentido de manipular e transformar a natureza, inventando novos métodos e procedimentos.

De outro lado situa-se a fragmentação territorial e, dentro das regiões, a divisão de poder entre o centro (a coroa) e o senhor feudal local, implicando a existência de múltiplos centros de decisão. Este fato representou um estímulo à inovação na medida em que tornou possível para os agentes inovadores barganhar suas ideias com dirigentes em competição mútua.

Essas especificidades da civilização ocidental explicam o fato de que já durante o feudalismo havia uma estrutura singular de incentivos para realizar o potencial de ganhos do progresso técnico quando comparada com as civilizações contemporâneas, que não apenas estimulava a criatividade tecnológica (invenções) como também o tipo de criatividade que tinha expressão econômica (inovações), reduzindo o desgaste do trabalho e elevando o bem-estar material da população em geral.

Na Antiguidade clássica, as estruturas institucionais e organizacionais foram suficientes para promover as condições para a expansão comercial. Mas o crescimento econômico resultante foi relativamente limitado e beneficiou apenas uma pequena elite. As evidências provam que esta civilização possuía potencial intelectual para criar aparelhos e instrumentos complicados, mas apenas uma fração deste potencial se traduziu em progresso econômico. A civilização islâmica, por sua vez, absorveu e aplicou as realizações culturais de outras civilizações, mas não foi capaz desenvolvê-las, transformando-as em fonte de dinamismo tecnológico com expressão econômica. Ou ainda a civilização chinesa, onde a sofisticação intelectual e a estrutura institucional foram eficientes em prover os incentivos para uma expansão econômica regular por meio do crescimento populacional, mas que também beneficiou apenas uma pequena minoria. Sua grande inventividade também não teve muita expressão econômica.

mita a adoção de padrões de consumo mais equilibrados ecologicamente. Como chama a atenção Abramovitz (1993), estes fatores têm contribuído para abalar a firme convicção, prevalecente até os anos 1960, de que o crescimento econômico era condição necessária e suficiente para o bem-estar. Desses fatores vale ressaltar três em especial: os riscos ligados à qualidade de produtos essenciais (como os alimentos), a própria ideia de que o aumento da afluência material implica sempre o aumento do bem-estar e a difusão do sentimento de que o sistema é eficiente, mas não produz justiça.

No que concerne ao primeiro desses fatores, o caso recente da “vaca louca” é um dos mais emblemáticos problemas que resultam da dinâmica de funcionamento das sociedades industriais modernas. A lógica econômica prevalecente induziu as firmas do agronegócio a uma busca por inovações na área de nutrição animal que reduzissem custos, inovações estas que foram aprovadas pelos órgãos reguladores com base em critérios científicos estabelecidos para a determinação de padrões de segurança. Esse caso mostrou de modo claro e espetacular um tipo de relação de causa e efeito (entre a forma de produzir o alimento e

a doença) que até então tinha sido muito difícil de provar.* O que é importante ressaltar em casos como este é que eles mostram a existência de graves riscos que não são previsíveis pela ciência e, portanto, não mensuráveis probabilisticamente. Nas sociedades pós-industriais existem, desse modo, vários tipos de risco que deixam os agentes econômicos em uma nuvem de incerteza, e isso exige um processo peculiar de tomada de decisão.

Em relação ao segundo fator, o questionamento da ideia de que “mais é sempre melhor” começou nos EUA quando repetidos “surveys” (Gallup e National Opinion Research Center) mostraram que o crescimento da renda não foi acompanhado de um aumento da felicidade das pessoas tal como elas percebiam isto. Os resultados destas pesquisas foram analisados por Richard Easterlin, que descobriu a seguinte situação: uma correlação positiva, no mesmo período de tempo, entre nível de renda e grau de felicidade declarada na medida em que se sobe na escala de renda (ou seja, uma maior proporção de pessoas se declaram felizes nos extratos superiores de renda); entretanto, em séries temporais essa correlação não existe: a proporção de pessoas se declarando felizes permanece constante.

O primeiro caso não surpreende, até certo ponto, na medida que sair da pobreza e ampliar a capacidade de acesso a bens e serviços é sempre um motivo de alívio e satisfação. O segundo resultado é algo paradoxal (o “paradoxo de Easterlin”), mas pode ser explicado, segundo Abramovitz (1993), por um conjunto de fatos psicoculturais. Um dos mais importantes seria o fato de que a satisfação que cada indivíduo obtém com o aumento de sua capacidade de consumo é relativa à capacidade de consumo dos demais concidadãos; ou seja, se a renda aumenta para a sociedade como um todo, a percepção do aumento da capacidade de consumo se esvanece. Assim, o cidadão americano dos anos 1990, embora tenha uma capacidade de consumo muito superior à de seu avô ou bisavô, não percebe isso como algo para fazê-lo mais feliz.

Outro fato apontado refere-se à teoria psicológica contemporânea, segundo a qual tanto animais como seres humanos encontram prazer na ação ou experiência nova e não na rotina. Para os humanos a aquisição de um novo bem pode produzir também essa sensação. O problema está, então, quando essa sensação desaparece com o uso rotineiro do bem adquirido. A implicação perturbadora desta teoria é que ela diz que o nível de satisfação não depende (ou pelo menos não depende somente) do nível de renda, mas do seu crescimento. Tudo o mais constante, nós teremos que crescer cada vez mais rapidamente se quisermos ser mais felizes ou manter-nos crescendo para ficarmos no mesmo lugar.

É preciso considerar também, como um fato importante, que o aumento geral do nível de renda eleva os preços do espaço e do tempo, de modo que a família média com a renda se elevando não poderá nunca consumir muito mais de espaço-tempo do que ela consumia antes ou que imaginava poder consumir. Provavelmente consumirá menos. A pessoa média, não importa quão rica ela se torne, não poderá nunca comandar mais serviços de outra pessoa média. Finalmente, cabe notar que o aumento do preço do tempo em relação ao dos bens direciona as pessoas para o consumo que, além de não as satisfazer por muito tempo, diminui a disponibilidade de tempo para as atividades que, estas sim,

* No início dos anos 1960, Rachel Carson (1962) já havia descrito, como hipótese científica, uma relação similar de causa e efeito, que foram os efeitos de novas substâncias químicas sintéticas sobre os ecossistemas e os seres humanos. Tal descrição, no entanto, o “establishment” do agronegócio foi capaz durante muito tempo de desqualificar relativamente perante a opinião pública e as próprias autoridades responsáveis pela qualidade alimentar.



seriam verdadeiramente estimulantes e realizadoras, de relacionamentos pessoais e sociais, desenvolvimento intelectual, artístico, cultural etc.

No que se refere ao terceiro fator, os protestos cada vez mais intensos contra a globalização em cada encontro entre chefes de Estado e/ou seus representantes para discutir temas correlatos vêm se tornando emblemáticos do sentimento de que o sistema pode ser eficiente, mas não produz justiça. O crescimento da afluência, a amplificação midiática e, sobretudo, o acesso à informação séria e a possibilidade de interação proporcionados pela internet aumentaram em muito a proporção da população que pode participar do que antes era uma espécie de “alta cultura” de contestação. Para muitos analistas isto mudou o papel da cultura adversária na sociedade contemporânea, provocando a uma disjunção inédita entre **economia e cultura**.

Esse quadro geral já deu origem a uma mudança importante no funcionamento das instituições com o crescimento do peso do que se convencionou chamar de terceiro setor (“social empowerment”) no processo de tomada de decisões.* Sua atuação, por sua vez, tem sido extremamente importante também para o aprofundamento do processo de conscientização ecológica e da consequente mudança de valores culturais que esta conscientização tende a estimular. Nesse sentido, estão sendo criadas as condições objetivas que vão permitir o surgimento de novas instituições capazes de impor restrições ambientais que atinjam mais profundamente a racionalidade econômica atual. Um exemplo disso é a possibilidade de aplicação do chamado “princípio de precaução”, que será discutido na próxima seção.

1.6. Dinâmica da tomada de decisões sob incerteza

Como mostra Ewald (1997), as circunstâncias históricas que explicam a emergência do princípio da precaução começam com a mudança da percepção de risco da população decorrente da crescente complexidade da civilização industrial. Durante o século XIX, a obrigação moral de cada cidadão em relação a si próprio e aos demais concidadãos era vista como mais importante do que as obrigações jurídicas. O cidadão virtuoso era responsável e prudente no uso de sua liberdade o que implicava, para começar, tomar as necessárias providências para proteger a ele e a sua família. Em relação aos demais concidadãos, ele devia o respeito e o sentimento de responsabilidade moral de ajudar em caso de necessidade. Estava claro, de qualquer modo, que se uma pessoa se desse mal na vida ela não poderia culpar ninguém nem a sociedade por sua desgraça. As vítimas de infortúnios, independentemente dos sentimentos de compaixão que pudessem despertar, eram sempre consideradas como os únicos atores de seu destino, devendo agir consequentemente com prudência.

Durante o século XX, com o sistema de seguridade social, as obrigações legais tenderam a se tornar mais importantes que as obrigações morais. Um conjunto de novos direitos sociais emergiu do sentimento crescente de que cada cidadão possuía uma espécie de direito geral de ser compensado pelos danos resultantes de quase todo tipo de evento em sua vida. Essa nova maneira de pensar resultou em grande medida de um sentimento

utópico em relação à capacidade da ciência e da tecnologia de prever e controlar todos os riscos. Foi o que permitiu a estruturação de sistemas de proteção social, que se baseiam na presunção de que todos os riscos são mensuráveis. Desse modo, um sentimento de solidariedade social baseado em riscos mensuráveis substituiu o sentimento individual de obrigação moral.

Os acidentes de trabalho, por exemplo, passaram a ser considerados fatores de risco mensuráveis e não eventos singulares que resultam de erros individuais. Foi esta noção que induziu a uma nova visão jurídica que estabeleceu o direito de ser indenizado pelo fato em si mesmo, independentemente de suas causas; ou seja, a responsabilidade pessoal do indivíduo não é questionada. Nesse sentido, o problema da igualdade foi reformulado em termos econômicos e não mais morais.

No último quartel do século XX, entretanto, essa estrutura institucional se tornou progressivamente inadequada diante dos novos riscos decorrentes do funcionamento das sociedades industriais complexas, os quais, especialmente os relacionados ao meio ambiente, são impossíveis de serem mensurados pela ciência. A noção de incerteza substituiu a noção de probabilidade, o que significa uma admissão da incapacidade da sociedade de prever perdas catastróficas irreversíveis. A ciência se tornou crescentemente questionada pelo fato de levantar, nesses casos, mais dúvidas do que propor soluções. Foi isto que levou a sociedade a buscar segurança em meio à incerteza por meio do princípio da precaução.

A aplicação desse princípio tem por objetivo precisamente tratar de situações onde é necessário considerar legítima a adoção por antecipação de medidas relativas a uma fonte potencial de danos sem esperar que se disponha de certezas científicas quanto às relações de causalidade entre a atividade em questão e o dano temido.* Essa postura representa efetivamente uma ruptura com as práticas anteriores de prevenção que tinham o conhecimento racional por fundamento (o arsenal científico e tecnológico da ciência normal). A precaução, ao contrário, implica tomar uma certa distância em relação à ciência e à tecnologia. Reflete efetivamente a constatação de que não se pode ter o controle total (ou quase) de acidentes e problemas que não são decorrências estatísticas regulares do próprio funcionamento do sistema, tratáveis via sistemas de seguros, mas representam situações e problemas onde predomina o sentimento da singularidade e irreparabilidade.

Para um melhor entendimento das dificuldades e hesitações sobre como interpretar o princípio de precaução, Godard (1997) assinala que é preciso considerar que a mutação, ainda não plenamente assumida, da compreensão do status dos conhecimentos científicos (mutação essa da qual esse princípio é uma das causas), implica o abandono da crença positivista em uma ciência que reflete o mundo objetivo e sua substituição por concepções que fazem da ciência antes de mais nada uma componente da cultura humana, marcada de escolhas e compromissos de natureza ético-social no próprio cerne da constituição dos conhecimentos. Nesse sentido, uma concepção positivista da precaução conduziria a um impasse prático. Mas ao mesmo tempo ficam claros os erros que são cometidos quando o projeto da racionalidade positiva é totalmente afastado.

Portanto, esse princípio se situa na articulação de duas lógicas opostas: de um lado, se encontra reafirmada a busca do enraizamento da inovação tecnológica e da ação econômi-

* Opschoor (1992) propõe substituir a dicotomia mercado-governo pela tricotomia: transações (que inclui o mercado) — força social (*empowerment*) — governo. Somente desse modo seria possível criar estruturas institucionais eficientes, isto é, capazes de redirecionar o crescimento econômico no sentido da sustentabilidade.

* Ou como coloca Perrings (1991), o tipo de decisão à qual se aplica o princípio da precaução é aquele em que a distribuição de probabilidades dos resultados futuros não pode ser conhecida com confiança.



ca no conhecimento científico dos riscos de modo que as decisões públicas sejam tomadas em todo conhecimento de causa; por outro lado, se reconhece a incapacidade frequente do conhecimento científico em fornecer em tempo hábil as bases adequadas para uma decisão pública positiva ou substantivamente racional, fundada sobre provas científicas. Por esta razão a precaução é frequentemente interpretada como um meio de restaurar a primazia do político na definição dos problemas e na oportunidade de engajar uma ação pública.

A primeira das duas lógicas leva ao aumento da necessidade de informações científicas para as decisões coletivas e, por conseguinte, a uma maior responsabilidade e capacidade de influência dos cientistas. A segunda, à necessidade de maior ingerência da sociedade nos assuntos científicos (a intrusão do judiciário nos assuntos científicos, uma maior importância dos trabalhos de sociologia da ciência etc.), tornando a ciência submetida de modo mais intenso às estratégias de influência ou de cooptação. A única maneira de evitar um impasse entre essas duas lógicas opostas é, portanto, buscar soluções de compromisso que envolvam todas a partes interessadas.

As circunstâncias que justificam a adoção do princípio da precaução podem ser bem compreendidas por meio de uma analogia, proposta por J. C. Hourcade (1997), que compara o comportamento de dois motoristas em situações distintas: o do piloto de Fórmula 1 diante de uma série de curvas na pista de corrida com aquele do motorista em uma estrada de montanha no inverno. A “função objetiva” do piloto de Fórmula 1 é maximizar a velocidade em um contexto de incertezas não desprezíveis em relação, por exemplo, à presença ou não de óleo ou areia na curva, à aderência dos pneus ou ao comportamento do piloto da frente. Mas sua decisão depende de sua experiência acumulada, a qual lhe confere um tipo de conhecimento estatístico e, nesse sentido, seu comportamento seria similar a um cálculo de otimização: ele opta desde logo por uma dada trajetória que ele considera ótima tendo em conta, implicitamente, a distribuição de probabilidades sobre parâmetros incertos, confiando na própria experiência para permanecer no limite das possibilidades de adaptação permitidas por seus reflexos. Esse comportamento equivale à aplicação de uma análise custo-benefício para decidir por uma dada política ambiental.

No caso do motorista diante de curvas em uma estrada de montanha no inverno, seu comportamento de maximização será completamente diferente em relação ao que teria em uma pista de corrida. Ele não irá escolher desde logo uma dada trajetória que ele considere ótima e ir em frente: os riscos são muito grandes, pois ele não sabe se o que vai limitar suas possibilidades de adaptação em uma curva sobre um precipício será uma pista escorregadia ou a vinda de outro carro no sentido contrário; a distribuição de probabilidades é desconhecida e a informação útil (existência ou não de problemas na pista ou vinda de veículo em sentido contrário) pode chegar tarde demais devido à inércia do veículo. Sua opção, portanto, será um processo sequencial no qual as primeiras decisões visam a aumentar o tempo disponível para adquirir mais informações e ter tempo para adaptar seu comportamento em função da informação obtida: tirar o pé do acelerador, frear ligeiramente e ficar preparado para frear mais fortemente ou acelerar em caso de necessidade. Ou seja, ele age de modo a harmonizar a velocidade do carro com a melhoria da informação em uma perspectiva de *aprendizagem*. Esta é a analogia correta para definir um comportamento precavido em face de problemas ambientais como aquele do “efeito estufa”, sobre cuja evolução a ciência deixa os tomadores de decisão em uma nuvem de incertezas, sem respostas para a questão central: se é verdade que o aquecimento global

tem origem antropogênica e que este aquecimento não pode ser naturalmente revertido (a controvérsia sobre estes dois pontos está longe de acabar), qual o ritmo de redução das emissões de carbono necessário para evitar uma catástrofe?

Do ponto de vista da redução do risco, o ideal seria mudar imediatamente a matriz energética, de modo a eliminar rapidamente a emissão de gases geradores do efeito estufa. Do ponto de vista político/econômico, entretanto, esta opção teria um custo insuperável. A atitude precavida é, portanto, aquela de reduzir o máximo possível as emissões ao mesmo tempo que se aceleram as pesquisas científicas destinadas a avaliar melhor os riscos envolvidos e encontrar alternativas de energia limpa. Entretanto, a definição de qual seria esse máximo possível é controvertida, opondo considerações de ordem político-econômica a considerações de ordem tecnocientífica, em meio a conflitos de interesses entre grupos e países.

Em última instância, a decisão sobre o quanto se irá pagar pela redução das emissões dependerá da solidariedade das gerações presentes concentradas nos países afluentes em relação às gerações futuras e às populações dos países pobres. A relutância dos governos americanos em relação ao Protocolo de Quioto, por exemplo, reflete em última análise o sentimento de que a opinião pública americana não aceitaria pagar este preço — que implicaria, entre outras coisas, o aumento no preço da gasolina.

Portanto, o processo de tomada de decisões sobre a aplicação do princípio de precaução não é simples, exige certos tipos de procedimentos. Funtowicz e Ravetz (1991) propõem uma classificação e hierarquização destes procedimentos de acordo com a importância do que está em jogo e com o nível de incerteza sistêmica (Figura 1.5). O caso do “efeito estufa” apresenta níveis “epistemológicos” de incerteza (algo próximo da ignorância), no sentido de que essa incerteza decorre da incapacidade da ciência de eliminá-la ou reduzi-la a níveis razoáveis. Além disso, o que está em jogo é algo muito importante, que representa perdas catastróficas. Neste caso, o procedimento de tomada de decisão adequado deve ser baseado no que eles chamam de ciência “pós-normal”.

O “pós-normal” quer dizer além do normal no sentido de que os procedimentos usuais baseados na ciência (“normal”) não são suficientes, embora continuem necessários, para orientar o processo de tomada de decisão. Funtowicz e Ravetz propõem ampliar a “comunidade de pares” para incluir, além de cientistas e especialistas, outras partes interessadas (*stakeholders*) que podem incluir desde representantes de regiões e/ou países que serão mais gravemente afetados pelos impactos ambientais previstos de um determinado problema (no caso, as consequências do aquecimento da Terra), passando por jornalistas e outros agentes que, embora não sejam cientistas, podem ter informações relevantes (inclusive cientificamente) para a tomada de decisão. A consideração destas informações representa a inclusão de “fatos estendidos” (*extended facts*) que em circunstâncias usuais ficariam de fora.

Uma vez que se chega a um consenso sobre os limites para determinado tipo de impacto, que neste caso trata-se da definição das taxas de redução das emissões, novas decisões se impõem, embora com níveis menores de incerteza: metodológica e técnica. A incerteza metodológica, neste caso, ocorre, por exemplo, quando se vai decidir entre as opções de política energética de um país para atender aos limites negociados. Ainda não é uma decisão que se possa tomar como um resultado incontestável de uma análise científica, pois entram em jogo valores e confiabilidade. É necessário chegar a um compromisso de

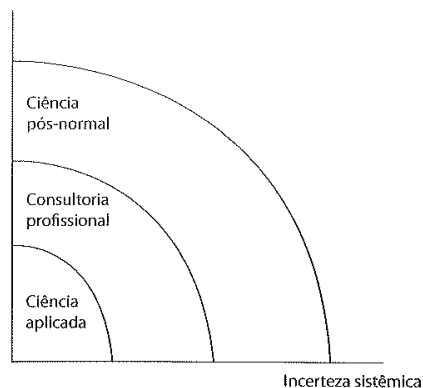


Figura 1.5 O que está em jogo no processo de decisão.

equilíbrio entre opções tecnocientíficas e os interesses em jogo. Trata-se, portanto, de um processo que exige “arte” além de ciência, um tipo de “arte aprendida”, como a medicina ou a engenharia, a ser levada a cabo por grupos de especialistas. Finalmente, a incerteza técnica aparece em situações que podem ser enfrentadas com o recurso a rotinas-padrão derivadas de estatísticas e suplementadas por técnicas e convenções desenvolvidas para cada campo em particular como, por exemplo, no processo de otimização de uma dada opção energética.

1.7. Considerações finais

As principais conclusões a reter do que foi exposto podem ser sumariadas como segue, de acordo com a estrutura analítica do texto. O primeiro passo foi mostrar que, por um lado, é possível transformar produtivamente a natureza de modo ecologicamente equilibrado, mas que, por outro, existem limites termodinâmicos absolutos à expansão da punção exercida pela espécie humana sobre os recursos naturais do planeta, expressos pela noção de “capacidade de carga”. Estes limites não são, entretanto, conhecidos e nunca poderão sê-lo de modo preciso por mais que a ciência avance, o que exige a adoção de uma postura de precaução.

Chama-se também a atenção para o fato de que a punção exercida pela humanidade sobre os recursos naturais do planeta passa a crescer exponencialmente a partir da Revolução Industrial e que embora o progresso científico e tecnológico possa atenuá-la, aumentando a eficiência ecológica no uso dos recursos, não será possível atingir a sustentabilidade sem uma mudança da lógica de consumo predominante que permita uma estabilização do consumo médio *per capita*.

A abordagem econômica convencional ao problema ambiental se caracteriza precisamente por não considerar a existência desses limites absolutos à expansão do sistema econômico. Nesta abordagem esses limites são e serão sempre relativos, dado que se considera que o progresso científico e tecnológico poderá superá-los indefinidamente. O uso inefi-

ciente dos recursos naturais ocorre devido a falhas de mercado, falhas estas oriundas do fato de boa parte dos bens e serviços ambientais não terem apropriação privada. Uma vez corrigidas estas falhas, as soluções eficientes para o uso dos recursos naturais poderiam ser obtidas através do mercado: a escassez crescente de determinado bem ou serviço ambiental eleva seu preço e induz a introdução de inovações poupadoras deste bem ou serviço, seja pelo aumento na eficiência no seu uso, seja pela sua substituição por outro recurso mais abundante. A correção destas falhas, por sua vez, não implica grandes desafios uma vez que não haveria maiores problemas em dar preços aos bens e serviços ambientais públicos por meio da aplicação de métodos de valoração econômica que estimam a disposição a pagar dos agentes econômicos por este ou aquele bem ou serviço ambiental.

Em cada momento, portanto, a quantidade total de bens e serviços ambientais consumidos (a escala) resulta da disposição a pagar de cada agente econômico individualmente. Se o valor obtido reflete efetivamente o que está em jogo do ponto de vista ecológico não é levado na devida conta, até porque o risco de perdas irreversíveis não é considerado relevante. A própria ideia de irreversibilidade é algo sem sentido em um contexto teórico que pressupõe uma substitubilidade plena entre capital natural e capital construído. Este é o ponto fundamental que separa esta abordagem de seus principais críticos, agrupados na corrente chamada de economia ecológica. Para esta corrente, a existência de limites absolutos e o risco de perdas irreversíveis que podem ser catastróficas em um contexto de incertezas científicas irredutíveis tornam absolutamente necessário que se defina coletivamente, e em uma atitude de precaução, os limites (escala) para o consumo total de bens e serviços ambientais.

A valoração econômico-ecológica deve procurar levar em conta a complexidade ecossistêmica, de modo a deixar claro que os valores monetários obtidos representam apenas parte do que está ameaçado. Os serviços ecossistêmicos resultam de funções ecossistêmicas as quais, por sua vez, são frutos de complexos processos ecológicos que ocorrem em uma dada estrutura ecossistêmica. Além disso, a percepção de seu valor não é puramente econômica. É preciso, portanto, introduzir outros critérios (ecológico e ético-social), além do econômico, em um processo coletivo de tomada de decisões em condições de superar as limitações das avaliações individuais. Somente então os incentivos econômicos por meio do mercado poderão jogar um importante papel na regulação e direcionamento (alocação) do consumo destes bens e serviços, sem que a resiliência ecossistêmica seja ameaçada. Em última instância, no longo prazo, a sustentabilidade macroecossistêmica dependerá de uma adequação da produção total (*throughput*) relativamente aos limites termodinâmicos do planeta.

Entretanto, as condições propícias para este tipo de ação coletiva são difíceis de alcançar em sociedades de consumo cujos sistemas de valores conferem importância decisiva à capacidade de consumo material como fator de diferenciação social. A criação incessante de novas necessidades de consumo material é uma das características mais marcantes dessas sociedades. Nesse sentido, alcançar a sustentabilidade implica, de modo mais geral, o enorme desafio de promover uma mudança de ordem civilizacional, de uma “civilização do ter para uma civilização do ser”, sem perder o dinamismo científico e tecnológico que a caracteriza. Dinamismo este que tem sua origem no feudalismo europeu, impulsionado pela visão antropocêntrica da cosmologia judaico-cristã conjugada com a competição gerada pela fragmentação política característica da região.



De modo mais específico, para atingir a sustentabilidade se faz necessária a reintrodução de restrições de ordem ambiental ao processo de acumulação de capital e aos padrões de consumo que lhe são correspondentes. A aceitação dessas restrições por parte da população pressupõe um forte componente **altruísta** de solidariedade intra e intergerações. Altruísta na medida em que se trata de evitar impactos ambientais cuja magnitude é controvertida e que, seja qual for esta magnitude, suas consequências não recairão sobre os agentes econômicos que terão que tomar a decisão de sacrificar seu consumo presente, mas sobre as populações de outros lugares e, sobretudo, sobre as gerações futuras. Foram apontados também outros fatores que embora não ecológicos podem contribuir para a aceitação dessas restrições. Além disso, essa aceitação não depende de motivações altruístas, na medida em que se trata de fatores relativos a problemas que atingem desde já o bem-estar dos agentes econômicos: os riscos relativos à qualidade cada vez mais questionável de produtos essenciais como alimentos, o mal-estar do consumismo excessivo sentido por parcelas crescentes da opinião pública e o sentimento negativo de que o modo de funcionar do sistema implica penalizações injustas de parcelas da população.

Finalmente foi analisada uma inovação institucional — o princípio da precaução — que pode contribuir para a mudança de padrão de produção e consumo ao oferecer maiores condições operacionais para os tomadores de decisão em condições de incerteza. Entretanto, a decisão de aplicar o princípio da precaução não é uma decisão simples, dado que implica um custo que pode ser extremamente elevado. Nesses casos, a decisão de incorrer neste custo é muito difícil de ser obtida a partir dos procedimentos normais de tomada de decisão baseados em análises de custo-benefício ou em pareceres de especialistas. Desse modo, faz-se necessário nesses casos uma nova racionalidade procedural que amplie tanto o conjunto de partes interessadas envolvidas no processo como o conjunto de fatos considerados relevantes. Essa nova racionalidade procedural foi analisada por meio do conceito de ciência pós-normal, discutindo-se uma proposta metodológica de classificação e hierarquização dos problemas ambientais segundo os níveis de incerteza sistêmica e de risco de perdas irreversíveis.

Guia para leitura adicional

Para uma discussão mais detalhada sobre a Pegada Ecológica, ver o número especial dedicado a este tema da revista *Ecological Economics*, v. 32, n. 3, mar. 2000.

Para maiores detalhes da obra de Georgescu-Roegen, ver o número especial da revista *Ecological Economics*, v. 22, n. 3, set. 1997, que lhe foi dedicado, assim como o capítulo 2 deste volume.

Para uma exposição detalhada do conceito de “Fator 10” e a desmaterialização da economia, ver Hawken *et al.* (1999).

Para contribuições sobre o pensamento da relação entre progresso tecnológico e meio ambiente, ver Jones (1993), Mokyry (1990), Landes (1997), Rosenberg & Birdsell, (1986), White (1968), entre outros.

Referências bibliográficas

Abramovitz, M. *Thinking About Growth, and Other Essays on Economic Growth and Welfare*. Cambridge University Press, 1991.

- Andrade, D. C.; Romeiro, A. R. *Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano*. Texto p/ discussão 155, Instituto de Economia da Unicamp, 2009a.
- _____. *Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma “Economia dos Ecossistemas”?*. Texto p/ discussão 159, Instituto de Economia da Unicamp, 2009b.
- Arrow, K. *et al.* Economic Growth, Carrying Capacity and the Environment. *Science*, 268, 1995.
- _____, Bolin, B.; Costanza, R.; Dasgupta, P.; Folke, C.; Holling, C. S.; Jansson, B. O.; Levin, S.; Mäler, K. G.; Perrings, C.; Pimentel, D. Economic growth, carrying capacity, and the environment. *Science*, 268, 1995.
- Atkinson, G. *et al.* *Measuring Sustainable Development: Macroeconomics and the Environment*. Edward Elgar, 1997.
- Bockstaal, N.; Costanza, R.; Strand, I.; Boynton, W.; Bell, K.; Wainger, L. Ecological Economic Modeling and Valuation of Ecosystems. *Ecological Economics*, 143-159, 1995.
- Boumans, R.; Costanza, R. The Multiscale Integrated Earth Systems Model (MIMES): the Dynamics, Modeling and Valuation of Ecosystem Services. In: Van Bers, C.; Petry, D.; Pahl-Wostl, C. (ed.), *Global Assessments: Bridging Scales and Linking to Policy*. GWSP Issues in Global Water System Research, 2. GWSP IPO, Bonn. 2:102-106, 2007.
- _____; Farley, J.; Wilson, M.A.; Portela, R.; Rotmans, J.; Villa, F.; Grasso, M. Modeling the Dynamics of the Integrated Earth System and the Value of Global Ecosystem Services Using the GUMBO Model. *Ecological Economics*, 41, 529-560, 2002.
- Costanza, R.; D’Arge, R.; De Groot, R.S.; Farber, S.; Grasso, M.; Hannon, B.; Limburg, K.; Nace, S.; O’Neill, R.V.; Paruelo, J.; Raskin, R. G.; Sutton, P.; Van Den Belt, M. The Value of the World’s Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature*, 387, 253-260, 1997.
- _____; Ruth, M. Using Dynamic Modeling to Scope Environmental Problems and Build Consensus. *Environmental Management*, 22 (2), 183-195, 1998.
- _____; Waigner, L.; Folke, C.; Mäler, K.G. Modeling Complex Ecological Economic Systems: Toward an Evolutionary Dynamic Understanding of People and Nature. *BioScience*, 43, 545-555.
- Carson, R. *Silent Spring*. New York: Houghton Mifflin Co., 1992.
- Cmmad. *Nosso futuro comum*. Rio de Janeiro: Ed. Fundação Getulio Vargas, 1988.
- Daly, H. E. e Cobb, J. B. *For the Common Good. Redirecting the Economy Toward Community, the Environment, and a Sustainable Future*. Boston, MA: Beacon Press, 1989.
- Daly, H. *Beyond Growth. The Economics of Sustainable Development*. Boston: Beacon Press, 1996.
- Daly, G. *Nature’s Services: Societal Dependence on Natural Ecosystem*. Washington, DC: Island Press, 1997.
- Daly, H. E., Farley, J. *Ecological Economics: Principles and Applications*. Washington, DC: Island Press, 2004.
- Dasgupta, P., Maler, K. Poverty, Institutions, and the Environmental Resource-Base”, in Behrman, J.; T.N. Srinivasan (eds.). *Handbook of Development Economics*, v. III, Elsevier Science B.V., 1995.
- De Groot, R.S.; Wilson, M.A.; Boumans, R.M.J. A Typology for the Classification, Description, and Valuation of Ecosystem Functions, Goods and Services. *Ecological Economics*, 41, 393-408, 2002.
- Ewald, F. Le Retour du Malin Génie. Esquisse d’une Philosophie de la Précaution. Godard, O. (ed.). *Le Principe de Précaution dans la Conduite des Affaires Humaines*. Paris: Editions de la MSH/INRA, 1997.
- Friedman, B. *The Moral Consequences of Economic Growth*. New York: Alfred A. Knopf, 2005.
- Funtowicz, S. O.; Ravetz, J. R. A New Scientific Methodology for Global Environmental Issues. Costanza, R. (Ed.), *Ecological Economics. The Science and Management of Sustainability*. New York: Columbia University Press, 1991.
- Godard, O. Environnement et Théorie Économique: de l’internalisation des Effets Externes au Développement Sostenible. *Seminaire Ecologie et Environnement*. Paris : École Nationale de la Magistrature, 1992.
- _____. L’Ambivalence de la Précaution et la Transformation des Rapports entre Science et Décision. In: Godard, O. (ed.). *Le Principe de Précaution dans la Conduite des Affaires Humaines*. Paris: Editions de la MSH/INRA, 1997.
- Gorz, A. *Capitalisme, Socialisme, Écologie*. Paris : Galilée, 1991.
- Hawken, P., Lovins, A. e Lovins, H. *Natural Capitalism*. Boston: Little, Brown and Company, 1999.
- Harris, G. Integrated Assessment and Modeling: an Essential Way of Doing Science. *Environmental and Modelling & Software*, 17, 201-207, 2002.
- Hourcade, J.-C. Précaution et Approche Séquentielle de la Décision Face aux Risques Climatiques de l’Effet de Serre. In: Godard, O. (ed.). *Le Principe de Précaution dans la Conduite des Affaires Humaines*. Paris: Editions de la MSH/INRA, 1997.
- Howarth, R. B., Norgaard, R.B. Intergenerational Choices under Global Environmental Change. In: Bromley, D.W. (ed.). *The Handbook of Environmental Economics*. Cambridge, MA: Blackwell Publishers, 1995.
- Jones, E. L. *The European Miracle. Environments, Economics and the Geopolitics in the History of Europe and Asia*. Cambridge University Press, 1993.
- Landes, D. *The Wealth and the Poverty of Nations. Why Some Are so Rich and Some so Poor*. Nova York: W.W. Norton & Company, 1998.
- Levin, S. A. Ecosystems and the Biosphere as Complex Adaptive Systems. *Ecosystems*, 1, 431-436, 1998.



- Marglin, S. A. The Social Rate of Discount and the Optimal Rate of Investment. *Quarterly Journal of Economics*, 77, Fev. 1963.
- Mokyr, J. *The Lever of the Riches. Technological Creativity and Economic Progress*. Oxford University Press, 1990.
- Myrdal, G. Institutional Economics. *Journal of Economic Issues*, v. 12, 1978.
- Millennium Ecosystem Assessment (MA). *Ecosystem and Human Well-Being: a Framework for Assessment*. Washington, DC: Island Press, 2003.
- Naem, S.; Chapin III, F. S.; Costanza, R.; Ehrlich, P. R.; Golley, F. B.; Hooper, D. U.; Lawton, J.H.; O'Neill, R.V.; Mooney, H.A.; Sala, O.E.; Symstad, A. J.; Tilman, D. Biodiversity and Ecosystem Functioning: Maintaining Natural Life Support Processes. *Issues in Ecology*, 4. Washington, DC: Ecological Society of America, 1999.
- Opschoor, J. B. "Institutional Change and Development Towards Sustainability". In: Costanza, R.; Segura, O.; Martínez-Alier, J. (eds.). *Getting Down to Earth. Practical Applications of Ecological Economics*. ISEE/Island Press, 1992.
- Perrings, L. "Reserved Rationality and the Precautionary Principle: Technological Change, Time and Uncertainty in Environmental Decision Making", in Costanza, R. (ed.). *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*. New York: Columbia University Press, 1991.
- Robinson, J. B. Modeling the Interactions between Human and Natural Systems. *International Social Science Journal* 130, 629-647, 1991.
- Romeiro, A. R. "Desenvolvimento sustentável e mudança institucional: notas preliminares". In: *Econômica*, Revista da UFF, v. 1, n. 1, 1999.
- _____. *Sustainable Development and Institutional Change: the Role of Altruistic Behavior*. Texto p/ Discussão 97. Instituto de Economia da Unicamp, 2000.
- _____. *Avaliação e contabilização de impactos ambientais*. (org.) São Paulo: Editora da Unicamp e Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2004.
- Rosenberg, N.; Birdzell, L.E. *How the West Grew Rich. The Economic Transformation of the Industrial World*. Basic Books, 1986.
- Sachs, I. *Estratégias de transição para o século XX*. São Paulo: Studio Nobel/Fundap, 1993.
- Sen, A.K. "Approaches to the Choice of Discount Rates for Social Benefit-Cost Analysis". In: Lind, R.C. (ed.). *Discounting for Time and Risk in Energy Policy*. Washington DC: Resources for the Future, 1982.
- _____. *On Ethics and Economics*. New York: Basil Blackwell, 1987.
- Siebenhuener, B. *From homo economicus to homo sustinens — Towards a New Conception of Man for Ecological Economics. Fifth Biennial Meeting of the International Society for Ecological Economics*. Santiago, 1998.
- Söderbaum, P. Environmental and Agricultural Issues: What is the Alternative to Public Choice Theory? In: Partha Dasgupta (ed.). *Issues in Contemporary Economics*, v. 3. *Policy and Development*. New York: New York University Press, 1991.
- Tansley, A. G. The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms. *Ecology*, 3, 284-307, 1935.
- Turner, R. K.; Daily, G. C. The Ecosystem Services Framework and Natural Capital Conservation. *Environmental and Resources Economics*, 39, 25-35, 2008.
- Victor, P.; Hanna, H. E.; Kubusi, A. "How Strong is Weak Sustainability?". Trabalho apresentado no International Symposium on Models of Sustainable Development. Paris, março, 1994.
- Wätzold, F.; Drechsler, M.; Armstrong, C.W.; Baumgärtner, S.; Grimm, V.; Huth, A.; Perrings, C.; Possingham, H.P.; Shogren, J. F.; Skonhofs, A.; Verboom-Vasiljev, J.; Wissel, C. Ecological-Economic Modeling for Biodiversity Management: Potential, Pitfalls, and Prospects. *Conservation Biology*, 20 (4), 1034-1041, 2006.
- White, L. The Historical Roots of our Ecological Crises. *Dynamo and Virgin Reconsidered. Essays in the Dynamism of Western Culture*. MIT Press, 1968.

Notas

- ¹ Myrdal, 1978.
- ² Soderbaum, 1991.
- ³ Sachs, 1993.
- ⁴ CMMAD, 1988.
- ⁵ Uma primeira versão desta visão crítica foi publicada em Romeiro, A.R.(1999).
- ⁶ Atkinson *et al.*, 1997.
- ⁷ Victor *et al.*, 1994.
- ⁸ Arrow *et al.*, 1995.
- ⁹ Levin, 1998.
- ¹⁰ Tansley, 1935.
- ¹¹ Turner & Daily, 2008; Daly & Farley, 2004.
- ¹² Costanza *et al.*, 1993.

¹³ Arrow *et al.*, 1995.

¹⁴ MA, 2003.

¹⁵ Daily, 1997; Costanza *et al.*, 1997; De Groot *et al.*, 2002.

¹⁶ Harris, 2002; Robison, 1991.

¹⁷ Parte desta seção se baseia em Romeiro (2000).

¹⁸ Marglin, 1963 e Sen, 1982.