Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente

CHARLES C. MUELLER
Capítulo 7

Sustentabilidade, capital natural e capital produzido

Um dos objetos de análise de correntes de pensamento da economia do meio ambiente tem, sem dúvida, a ver com o impacto sobre o futuro do funcionamento do sistema econômico contemporâneo. A postura de uma dada corrente de pensamento a respeito pode ser tanto de crítica como defensiva; ela pode tanto atacar o atual padrão de crescimento econômico em termos de sua sustentabilidade como defendê-lo. Mas nenhuma abordagem de economia do meio ambiente pode ignorar a questão, pois vem sendo colocada em dúvida a capacidade do meio ambiente de absorver sem maiores problemas um sistema econômico de escala cada vez maior. Assim é que, após o exame dos capítulos anteriores dos elementos de uma abordagem sistêmica da economia do meio ambiente e dos fundamentos da teoria da produção, é importante realizar um esforço de tratar com alguma objetividade a questão da sustentabilidade do atual padrão de funcionamento da economia mundial na perspectiva da análise econômica. É o que se faz a seguir.

1. A noção de desenvolvimento sustentável

A década de 1970 se notabilizou por um extremado pessimismo no que tange aos impactos do sistema econômico sobre o meio ambiente. Esse pessimismo assentou-se sobre fatos como: a crise do

---

1. A produção é enfatizada por se tratar de atividade fundamental para o funcionamento da economia e ela depende de recursos ambientais e tem impactos significativos sobre o meio ambiente.
petróleo e o receio de que estivesse se esgotando um recurso energético básico; a poluição, então quase insuportável nos grandes núcleos urbano-industriais do Primeiro Mundo; e uma maior perceção da opinião pública da agressão que a humanidade vinha impondo sobre o ecossistema global. Além disso, surgiram avaliações altamente pessimistas sobre o futuro da humanidade, como a do Clube de Roma (MEADOWS et al., 1972) que, em boa medida, marcaram o clima de opinião da Conferência de Estocolmo das Nações Unidas. Acabou crescendo e predominando a percepção da necessidade de se enfrentar decisivamente os problemas ambientais.

O pessimismo extremado da década de 1970, entretanto, não perdeu. Na década seguinte surgiram avaliações mais cuidadosas e menos emocionais; dentre estas, merece destaque a iniciativa de 1983 da Assembleia Geral das Nações Unidas que instituiu a Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMD), com o objetivo de realizar em profundidade um exame da questão ambiental e de sugerir estratégias de implementação, em todo o planeta, de um desenvolvimento que fosse não apenas mais justo do ponto de vista da repartição dos ganhos do crescimento na geração presente, mas também que evitasse degradar de forma insuportável o meio ambiente, deixando, assim, espaço para as gerações futuras. Em outras palavras, coube à Comissão conceber formas de compatibilizar o crescimento com a preservação ambiental.

Foi esse o contexto que levou à popularização da noção de desenvolvimento sustentável, conforme esboçada no relatório da Comissão, o Our common future. Ali se lê (CMMD, 1987, p. 43) que:

Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que garante o atendimento das necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender as suas necessidades. Engloba dois conceitos-chave:

• o conceito de necessidades, em particular as necessidades básicas dos pobres de todo o mundo, aos quais se deve dar absoluta prioridade; e,
o conceito de limitações, impostas pelo estado da tecnologia e pela organização social, à capacidade do meio ambiente de assegurar sejam atendidas as necessidades presentes e futuras.

O relatório da Comissão passa ao leitor a ideia de que, a despeito dos consideráveis obstáculos no caminho do desenvolvimento sustentável, ainda é possível implementá-lo. As limitações – não só as esboçadas no parágrafo anterior, como também as decorrentes do estado dos recursos ambientais do nosso globo e da capacidade da biosfera de absorver os impactos da atividade humana – seriam passíveis de superação, “abridendo caminho a nova era de crescimento econômico” (CMMD, 1987, p. 8). Isso a despeito de o conceito de desenvolvimento sustentável da Comissão também demandar o atendimento das necessidades básicas dos pobres de todo o mundo; é preciso ter-se em mente que por si só essa já é uma exigência formidável. Ninguém duvida de que, para que seja cumprida, será necessário um grande esforço internacional. E esse esforço terá de ser ainda maior se também prevalecer o requerimento do não-comprometimento da capacidade das gerações futuras de atender suas necessidades.


Ou seja, tendo em vista a análise do Capítulo 5 das relações do sistema econômico com o ecossistema global, o foco de atenção
O prisma econocêntrico do relatório transparece nítidamente na seguinte frase:

A satisfação das necessidades humanas é o objetivo máximo do desenvolvimento... O desenvolvimento sustentável requer que as necessidades básicas de todos sejam atendidas e que sejam estendidas a todos a oportunidade de satisfazer suas aspirações por uma vida melhor. (CMMD, 1987, p. 43-4)

E por “todos” a Comissão refere-se aos seres humanos – não só os da atual geração, como também os que virão em um futuro, que deve se estender por muito tempo. Ao enfatizar a satisfação de aspirações e desejos humanos, bem como a necessidade de conservar a base material para tornar isso possível, a abordagem do relatório da Comissão não só é antropocêntrica, como, antes de tudo, é econocêntrica.² O foco central do relatório é o bem-estar presente e futuro da humanidade, embora reconheça que este depende de um manejo adequado da natureza, e, assim, dos outros

---

2. É antropocêntrica a abordagem que coloca o ser humano no centro das atenções. É econocêntrica a abordagem que tem no funcionamento do sistema econômico o foco central das atenções.

Os economistas e as relações entre
o sistema econômico e o meio ambiente

* 197 *
seres vivos. Ou seja, as relações entre os dois sistemas são vistas a partir do prisma do sistema econômico, ou melhor, de um sistema social, do qual a economia é um subsistema fundamental. Mas, para que essa relação continue sem sobressaltos, é necessário evitar desestabilizar o ecossistema global. Essa é a essência da sustentabilidade.

Entretanto, o que representa o desenvolvimento sustentável? Visto de forma muito geral, trata-se, sem dúvida, de conceito de amplo conteúdo intuitivo. Conforme assinalam Faber et al. (1998), parafraseando Santo Agostinho, “eu sei muito bem o que isso significa, desde que ninguém me pergunte”. Trata-se, sem dúvida, de conceito extremamente vago, o que, aliás, pode estar na origem de tal apelo intuitivo.

Mas o que, na verdade, se deseja sustentar? Uma natureza intocada? Defender isso pode ser muito nobre, mas totalmente irrealista. Como fazer isso e ao mesmo tempo assegurar a satisfação de aspirações e desejos humanos? Será factível esse objetivo? Até que ponto, num prazo muito longo, isso poderá ocorrer sem que se esgotem recursos naturais básicos e sem que haja mudanças drásticas na atual estabilidade longe do equilíbrio do ecossistema global?

Esboçamos, a seguir, a maneira como os economistas vêm tratando dessas questões.

**Uma abordagem fortemente econocêntrica: a análise de Robert Solow**


---

que ser algo além de um *slogan* ou mera declaração emotiva, a expressão deve ser uma injunção para a preservação da capacidade produtiva por todo o tempo*. Na verdade, é isso que indica a definição da CMMD; Solow reconhece que essa definição – como também a sua – é vaga, mas considera esse um atributo necessário.  

Vale a pena explorar um pouco mais a visão desse autor. Ao defender por que considera errado tentar tornar mais preciso o conceito de desenvolvimento sustentável, ele parte da premessa básica de um forte compromisso ético da humanidade com as gerações futuras. Aceitando essa premessa, o que o conceito nos manda fazer é evitar executar ações que tenham efeitos prejudiciais sobre nossos descendentes – não apenas os mais diretos, mas também os situados em um futuro mais distante. Argumenta que uma conceituação mais precisa de desenvolvimento sustentável talvez nos obligasse a fazer algo que não é possível – como, por exemplo, deixar aos nossos descendentes uma natureza intacta, um mundo exatamente igual ao que recebemos dos nossos antepassados. Isso é, obviamente, impossível; e, sendo impossível, uma conceituação de sustentabilidade assentada nessa exigência nos desobrigaria a atuar visando a implementá-la na prática. Isso porque ninguém pode ser moralmente obrigado a fazer o que não é possível. No máximo, o que podemos exigir de nós mesmos é que atuemos visando à sustentabilidade conceituada de outra forma – a de deixar para as gerações futuras a possibilidade de ter *níveis de bem-estar pelo menos iguais* aos nossos hoje. Dito de outra forma, o desenvolvimento sustentável deve ser encarado como um mandamento para que nosso atual padrão de vida não seja conseguido às custas de um empobrecimento das gerações futuras.

Solow (1991) argumenta que, para se dar maior precisão ao conceito de desenvolvimento sustentável, seria necessário que conheçêssemos com alguma certeza os gastos e as preferências – elementos fundamentais para se dizer algo sobre padrões de vida e níveis de bem-estar – das gerações futuras, mesmo aquelas que

---

virão daqui a muito tempo (digamos, daqui a mais de um século). Além disso, teríamos que ter uma idéia mais ou menos segura a respeito das opções tecnológicas que serão criadas ao longo desse horizonte temporal tão extenso. Não é razoável, entretanto, que se possa antecipar com um mínimo de precisão esses elementos.

Por isso, segundo o autor, o conceito de desenvolvimento sustentável deve permanecer vago. O que ele querer de nós é que restrinjamos os impactos ambientais que produzimos, para não inviabilizar a possibilidade das gerações futuras de usufruir níveis de bem-estar no mínimo iguais aos nossos. Mas, ao avaliar isso, não devemos apenas considerar os recursos naturais que usamos e os que deixamos para o futuro; é o tipo de meio ambiente natural que existe agora e que deixaremos para trás, mas também aquilo que construímos com a contribuição de recursos ambientais: as máquinas, os equipamentos e as edificações que acumulamos em nossas economias. Devemos também considerar o desenvolvimento tecnológico que iremos gerar a partir do conhecimento que a humanidade vem acumulando. Para o autor, é óbvio que na determinação de níveis de bem-estar social não pesam apenas as contribuições da natureza, mas também as que se acumulam em decorrência do nosso esforço e da nossa engenhosidade. E, se aceitamos isso, temos de ter em vista também o fato de que é possível haver substituição entre essas duas categorias de determinantes de bem-estar: os oriundos da natureza e os resultantes do esforço humano. Solow defende que, em princípio, um mesmo nível de bem-estar pode ser obtido tanto com elevada contribuição da natureza e pouca acumulação de artefatos humanos, como com menor contribuição da natureza e maior participação de artefatos humanos. Aceitando isso, se, ao longo do tempo, houver uma redução do cabedal de recursos e atributos da natureza, isso não significa que se estará reduzindo o nível de bem-estar social, pois podem ter surgido no seu lugar frutos do esforço e da engenhosidade humanos em quantidades que compensem aquela redução.

Na visão de Solow, portanto, a substitutibilidade é um atributo fundamental para que possamos determinar se há desenvolvimento sustentável. Essa substitutibilidade pode se dar
no âmbito do consumo, por exemplo, entre uma paisagem pristina e um ambiente construído que cause satisfação aos que dele têm acesso; e pode se dar na produção, quando um insumo da natureza é substituído por um insumo produzido, ou quando um fator de produção construído substitui um atributo da natureza na produção. Se existirem consideráveis substitutabilidades desse tipo, o atingimento do desenvolvimento sustentável – na conceituação de Solow – deixa de ser impossível. E, segundo esse autor, a situação é ainda menos preocupante se tivermos em conta as possibilidades que se abrem em razão do desenvolvimento tecnológico. A substitutabilidade e o desenvolvimento tecnológico são, assim, elementos essenciais da sustentabilidade, e é fundamental que se adotem estratégias e políticas que maximizem o potencial de atuação destes.

Na verdade, essa visão que Solow tentou passar a ambientalistas nada mais é que uma versão, em linguagem mais fácil para o público em geral compreender, de mensagem que há mais de trinta anos o autor passou a economistas então preocupados com a insustentabilidade do padrão contemporâneo de crescimento da economia mundial. Na sua aula magna de 1973 à American Economic Association (a maior associação de economistas dos Estados Unidos), o autor delineou a argumentação que viria a prevalecer. Segundo sua exposição, se admitirmos que é relativamente fácil substituir, nos processos econômicos, recursos ambientais pelos fatores de produção “trabalho” e, de forma especial, “capital”, e se acreditarmos que com o crescimento econômico ocorrerá progresso técnico que facilite a poupança e/ou a substituição de recursos naturais, não há razão para preocupação. Uma substitutabilidade elevada entre os fatores de produção produzidos – os bens de capital – e os recursos naturais assegurariam a continuidade da expansão da escala da economia mundial, e uma “exaustão [de recursos naturais seria] apenas um evento, e não uma catástrofe”. E quanto ao progresso técnico, “se o futuro for semelhante ao passado, por muito tempo ainda haverá consideráveis reduções nos requerimentos de recursos naturais por unidade de produto” (SOLOW, 1974, p. 10-11).
Como veremos na próxima seção, a substitutabilidade e o progresso técnico assumiram elevada importância no debate mais recente em torno dos requisitos económicos do desenvolvimento sustentável.

2. Do capital produzido e do capital natural no desenvolvimento sustentável

A substitutabilidade entre fatores de produção é velha conhecida dos economistas. Há muito que estes examinam temas como, por exemplo, a substituição da mão-de-obra pelo capital em economias de mercado em que há escassez e, assim, um encarecimento relativo do fator de produção trabalho. Quando isso acontece, o funcionamento do mecanismo de preços induz a substituição do fator trabalho por máquinas, equipamento (o fator capital). Visões da sustentabilidade como a de Solow, conduziram a abordagens análogas, mas envolvendo a substituição daquele que acabou recebendo a denominação de capital natural – essencialmente, recursos ambientais – por capital produzido – máquinas, equipamentos, construções, etc.

Com base na análise de Solow, podemos dizer que, do ponto de vista da análise económica convencional, o desenvolvimento sustentável compreende o fluxo máximo de produto/renda que pode ser gerado a partir de um estoque de capital em expansão, obedecida a exigência da sua conservação. A exigência da conservação tem papel fundamental: se a atual geração deixar para as gerações futuras um estoque de capital que não seja menor que o estoque existente no presente, nossos descendentes terão condições de usar esse capital para gerar, pelo menos, o mesmo nível de bem-estar que o usufruído por nós hoje. E nossos descendentes devem usufruir desse bem-estar obedecendo à mesma exigência da conservação do estoque de capital.

Como, dentre o que se deve conservar, assumem destaque elementos da natureza, essa conceituação de desenvolvimento sustentável demanda uma definição bem mais abrangente de capital.
que a comumente empregada pela análise econômica. De forma geral — e sem muita precisão — podemos-se conceber diferentes categorias de capital como, por exemplo:

- **Capital produzido** (Kp). Compreende o estoque de máquinas e equipamentos, de construções, de infra-estrutura, etc., que uma sociedade dispõe em determinado momento do tempo. É o capital físico gerado e acumulado pelo sistema econômico. Trata-se da categoria enfatizada nos modelos de crescimento da análise econômica convencional.

- **Capital humano** (Kh). Envolve a capacitação e as habilidades da força de trabalho da sociedade em dado momento do tempo. Para aumentar seu capital humano a sociedade necessita investir em educação, em treinamento, em capacitação. Este componente vem recebendo muita atenção mais recentemente.

- **Capital social** (Ks). Inclui, em essência, a base institucional da sociedade em dado momento do tempo. Os economistas tendem a concordar que instituições adequadas desempenham papel central para o desenvolvimento de uma economia, e que o desenvolvimento econômico depende da eficácia dessa base institucional.

- **Capital natural** (Kn). Trata-se de um item complexo, mas que, como se demonstrará adiante, vem sendo tratado de forma um tanto descuidada. Inclui tanto os estoques de energia de baixa entropia e de materiais que a natureza coloca à disposição da humanidade, aos quais esta tem acesso em dado momento do tempo, como os estados biofísicos existentes no meio ambiente (as condições climáticas, as características de ecossistemas, a capacidade de regeneração do meio ambiente em face de pressões antropogênicas, etc.) nesse mesmo momento.

Vimos que, para Solow, a medida que aumenta a escala da economia, o capital natural, Kn, pode, sem muito problema, ser substituído por outras formas de capital, notadamente o capital produzido, Kp, e o capital humano, Kh. Para esse autor e seus seguidores, o que se quer conservar para que haja sustentabilidade é
o estoque de capital total, \( K \), da economia, e não apenas \( K_n \), o capital natural. O capital total \( K \) compreende o agregado de todas as categorias de capital. Ou seja, é igual:

\[
K = K_p + K_n + K_h + K_s
\]

Embora essa conceituação do capital tenha certa apelo intuitivo, até recentemente a análise econômica tendia a considerar quase exclusivamente \( K_p \), o capital produzido. Uma das razões para isto está na relativa facilidade de se medir essa categoria de capital em termos monetários. Para as demais categorias, as dificuldades de mensuração em termos monetários são muito maiores. Na discussão que se segue fugimos das complicações da mensuração e agregação dessas categorias, fazendo a hipótese de que existem formas aceitáveis de mensurar em termos monetários todos os componentes de \( K \).

Um exame dos modelos de crescimento da análise econômica convencional revela que, para estes, o que vale é, paralelamente à expansão da força de trabalho e do progresso técnico, a acumulação do capital produzido. Nesses modelos, \( K = K_p \). E eles tendem a mostrar que basta que o capital produzido se acumule a uma taxa adequada para que um crescimento continuado – portanto sustentável na conceituação de Solow – ocorra. Sabemos, porém, que, por necessidade, a economia do meio ambiente – mesmo nas suas variantes derivadas diretamente da análise econômica convencional – examina o funcionamento do sistema econômico inserido no meio ambiente, do qual retira recursos naturais fundamentais, e no qual deposita resíduos, rejeitos dos processos econômicos; seus modelos não podem, pois, ignorar os recursos e os serviços fornecidos pelo capital natural. E são forçados a tratar dos efeitos sobre o capital natural do crescimento.

**Substitutabilidade, otimismo e pessimismo sobre o desenvolvimento sustentável**

Para a economia do meio ambiente a sustentabilidade envolve, pois, algum grau de conservação do capital natural, pois este é
finito e, de muitas formas, frágil. Os ecologistas vêm argumentando que a preservação das condições de bem-estar das gerações futuras pode depender, de forma crucial, de tal conservação; um uso inadequado do capital natural pode anular a possibilidade de que seja sustentável o desenvolvimento de uma sociedade. Entretanto, a economia do meio ambiente só aceita isso até certo ponto. Abordagens diferentes desse ramo da análise econômica apresentam divergências no que tange à importância efetiva do capital natural para o desenvolvimento sustentável. Existem dois conceitos que ilustram tais divergências: o conceito de sustentabilidade fraca (SfR) e o de sustentabilidade forte (SfF). E a diferença entre esses dois conceitos tem a ver com suas hipóteses sobre o grau de substitutabilidade entre diferentes tipos de capital.

Para simplificar a discussão, vamos focalizar apenas as categorias de capital mais diretamente relevantes para a economia do meio ambiente: a do capital produzido, KP; e a do capital natural, Kn. A ideia básica é que o crescimento que acompanha o desenvolvimento sustentável requer ambos esses tipos de capital. Ou seja, crescimento do produto:

\[ \Delta Y/\Delta t = F(\Delta K/\Delta t) = F\{(\Delta Kp/\Delta t) + (\Delta Kn/\Delta t)\} \]

Para a visão da sustentabilidade fraca (SfR), o capital total e o produto têm como crescer de forma quase ilimitada, basicamente porque se considera que Kn e KP podem, com facilidade, substituir um ao outro. Assim, se o capital natural se tornar escasso ao longo do processo de expansão econômica, o preço relativo de seus serviços aumentará. Ao se tornar mais caro, ocorrerá sua substituição pelo capital produzido. Se o crescimento econômico reduzir, portanto, o estoque de Kn da sociedade, o crescimento poderá continuar a ocorrer com KP tomando o lugar de Kn. Para que isso ocorra basta que mercados funcionem bem, sinalizando a necessidade da substituição. E a substituição será ainda mais fácil se houver desenvolvimento tecnológico. A visão da SfR tende a prevalecer na corrente da economia do meio ambiente que emanou diretamente da análise econômica convencional: a da economia ambiental neoclássica.
Já a visão da sustentabilidade forte (Sfor) é bem menos optimista em relação às possibilidades da ocorrência do desenvolvimento sustentável. Esta se apóia na hipótese de que a substitutabilidade entre Kp e Kn é limitada. Acerta que, até certo ponto, esta pode existir, mas considera que, se o crescimento for acompanhado de escassez relativa cada vez maior do capital natural, a expansão da economia poderá ser inviabilizada. Isso aconteceria porque acabaria prevalecendo uma relação de complementaridade entre essas duas categorias de capital. Se há complementaridade entre elas, para que certo montante adicional de produto real seja gerado na economia, serão necessárias mais de ambas essas categorias de capital. A expansão continuada do produto real da economia requererá, pois, a conservação do capital natural; no extremo, se Kn se tornar muito escasso, o produto da economia cessará de ter condições de crescer. A visão da Sfor tende a prevalecer em outra corrente de pensamento da economia do meio ambiente: a da economia ecológica.

Um exame do emprego que se faz dessas duas visões no debate sobre a sustentabilidade da economia contemporânea, entretanto, revela que os que se valem tanto de uma como de outra tendem a fazê-lo de forma um tanto solta. A discussão tende a se apoiar mais em forte dose de fé do que em argumentos lastreados em sólida base conceitual. De forma especial, esses argumentos se assentam em concepções simplificadas e distorcidas do elemento central na promoção do crescimento econômico – a acumulação de “capital”. Para as duas visões cada categoria de capital considerada (capital produzido, capital natural, etc.) compreende um conjunto de elementos de caráter semelhante. Como vimos, a diferença nas duas concepções de sustentabilidade está na hipótese de maior ou menor substitutabilidade entre as categorias Kp e Kn no âmbito do processo produtivo. Mas a categoria Kp, em si, é considerada relativamente homogênea, e o mesmo ocorre com a categoria Kn. Fica, pois, difícil aos que defendem cada visão trazer ao debate argumentos mais do que vagos.

Vamos, entretanto, pegar cada um dos dois componentes de K: Kp e Kn, e mostrar como uma melhor especificação de suas
naturezas pode contribuir para dar um pouco mais de consistência para a discussão da sustentabilidade. Começamos com $K_p$, o capital produzido e acumulado pelo sistema econômico. A natureza distinta dos dois conjuntos de elementos que compõem $K_p$ pode ser visualizada a partir de como se dá, na prática, sua mensuração.

Como estamos tratando do sistema econômico como um todo, nossa abordagem é agregada. Nos países em que o Sistema de Contas Nacionais faz a contabilidade patrimonial agregada, o capital de uma economia em dado momento do tempo é tratado como um estoque; e esse estoque compreende dois conjuntos de elementos de natureza essencialmente distinta: o da totalidade das máquinas, equipamentos, construções, etc., da economia; e o dos estoques – dos inventários – de mercadorias nas mãos das empresas (de matérias-primas, de produtos intermediários e de bens de consumo ou de capital produzidos, mas ainda não adquiridos por usuários finais). De forma semelhante, o Sistema de Contas Nacionais mede separadamente, na conta investimento, a formação bruta de capital fixo referente a um dado período e a variação de estoques que ocorre no período. Em ambos os casos, esses dois conjuntos são registrados separadamente, embora eles acabem sendo expressos em termos monetários e somados como se fossem de natureza semelhante. Compõem, assim, o patrimônio de capital produzido da economia, $K_p$, no primeiro caso, e o investimento bruto – o item que responde pela acumulação de $K_p$ – no segundo caso. O Sistema de Contas Nacionais convencional ignora o capital natural, $K_n$, mas não é esse o ponto enfatizado aqui. O que se quer destacar é a natureza essencialmente diferente dos dois conjuntos de elementos que compreendem o capital de uma economia. E isso é feito com base na abordagem de Georgescu-Roegen (1969, 1971) da teoria da produção.

Com base na concepção desse autor do processo produtivo, o conjunto das máquinas, dos equipamentos, das construções, etc. que compõe o patrimônio de capital da economia constitui o agente produtivo capital fixo da economia. Ou, na denominação do autor, compõe o fundo de capital da economia. Trata-se de um dos agentes de transformação no processo de produção; o que esse fundo faz
no processo é fornecer serviços que, juntamente com os de outros fundos (os serviços da força de trabalho e da terra ricardiana – terra como espaço) atuam na transformação de fluxos de energia, de materiais e componentes, em produção. Já o outro conjunto que compõe o patrimônio de capital da economia – o das matérias-primas, dos produtos intermediários, dos bens de consumo ou dos bens de capital produzidos, mas ainda não adquiridos por usuários finais – constitui essencialmente um estoque de materiais em processamento ou já transformados em produtos.

Existe uma diferença fundamental entre essas duas categorias: suponhamos um dos componentes do Fundo de capital fixo – digamos, uma máquina usada em um processo de produção específico. Neste, a máquina presta serviços na transformação de componentes em produto; mas, ao fazer isso, não se incorpora fisicamente ao produto. Terminada a produção, depois de feita sua manutenção, esse componente deixa o processo produtivo como entrou e, em outra jornada, voltará a prover serviços no processo produtivo. Já a outra categoria do patrimônio de capital – a das matérias-primas e componentes que são transformados pela máquina – compreende elementos que se originam ou de estoques ou de outros processos produtivos e se incorporam em parte aos produtos e em parte compõem resíduos. Ao longo da realização da produção ocorre, pois, e transformação da natureza intrínseca desses materiais e componentes. Por isso, ao contrário do que ocorre com o componente de fundo “máquina”, os elementos transformados não estarão mais disponíveis, em outra jornada, para a produção.

Podemos decompor, assim, o capital \( K_p \) em duas partes: a que compreende a parcela de fundos de serviços, \( K_{ps} \); e a que compõe os estoques de materiais, peças e componentes, bem como de mercadorias ainda não fornecidas aos usuários finais, \( K_{pe} \). Uma das implicações dessas duas partes do estoque de capital é que pode ser diferente a substitutibilidade de elementos no interior de cada uma, ou entre as duas. Sabemos que os serviços do fundo \( K_{ps} \) podem, pelo menos até certo ponto, substituir ou ser substituídos pelos serviços de outros fundos (o da força de trabalho ou o da terra ricardiana). Semelhantemente, os estoques de \( K_{pe} \) têm componentes diferentes – por exemplo, insumos
da natureza e materiais e componentes oriundos do processo produtivo – que também podem, pelo menos até certo ponto, substituir um ao outro no processo produtivo. Isso até mesmo faz com que, como resultado de mudanças nos preços relativos de insumos materiais, tenda a ocorrer modificação na composição de Kpe. Entretanto, a substitutibilidade entre os serviços do fundo de capital, Kps, que participa do processo produtivo, e os estoques de Kpe tende, em princípio, a ser menor. Ela pode existir até certo ponto – a redução de Kpe é, até mesmo o que se pretendeu com as inovações recentes no campo da administração (por exemplo, as técnicas do just in time) – mas não é ilimitada. Isso porque a produção requer matéria e energia, juntamente com os fluxos de serviços dos agentes que as transformam. A despeito de toda retórica da desmaterialização da produção, é difícil imaginar como se podem produzir os serviços que um automóvel fornece a seu usuário separadamente da estrutura material do veículo. Em outras palavras, há uma relação mais forte de complementaridade entre Kps e Kpe.

Do nosso ponto de vista, porém, o que interesta é tratar dessa mesma divisão entre a função de agente no processo produtivo e a de estoque de matéria e energia de Kn, do capital natural. Como no caso do capital produzido, Kn também compreende a categoria – enormemente importante, mas que os economistas tendem a negligenciar – de fundos de serviços Kns da natureza, e de estoques de insumos fornecidos pela natureza, Kne. Vamos começar com esta última categoria:

- **O estoque de insumos fornecidos pela natureza, Kne.** Os economistas costumam congregar os elementos dessa categoria em dois grupos: o dos *recursos naturais condicionalmente renováveis*, isto é, recursos naturais que, em condições de manejo adequado, podem ser extraídos e usados, pois se renovam. E os *recursos naturais não-renováveis*, aqueles disponíveis em quantidade fixa em nosso globo e que se reduz com o uso.

Entre estes últimos se incluem os inventários de recursos minerais e, de forma especial, os de combustíveis fósseis. Na década de 1970 parecia que esses estoques – especialmente o do petróleo
- estariam com os dias contados em razão de sua intensa extração e uso pelo sistema econômico; e houve quem visse nisso um sinal iminente de limitação da expansão da escala da economia mundial. Entretanto, os eventos desde então revelam que o progresso técnico, permitindo um uso mais eficiente desses recursos, bem como viabilizando sua extração a custos mais reduzidos e mesmo em situações cada vez mais adversas, estendeu por muito mais tempo o acesso a eles. Revelam, também, que há a possibilidade de substituir recursos energéticos não-renováveis por formas de obtenção de energia a partir de recursos naturais renováveis – como é o caso, por exemplo, do álcool combustível e do assim chamado “biodiesel”. Além disso, é intensa a pesquisa com o intuito de facilitar tal substituição a partir da captação da energia do hidrogênio. Esses exemplos longe são de ser exaustivos; há muito campo – e muito vem sendo feito – para a promoção da substituição de recursos naturais não-renováveis por renováveis.

Quanto à substitutabilidade de Kne por Kp, o capital produzido, à primeira vista esta pode parecer substancial. Entretanto, é preciso ter-se em mente que o sistema econômico necessita de recursos naturais para produzir bens de capital. Na verdade, há uma relação circular entre essas duas categorias: Kne é necessário para produzir Kp; e este último é necessário para extrair da natureza os recursos naturais usados como insumos do processo produtivo. Existe substitutabilidade que, outra vez, é facilitada pelo progresso técnico, mas também há relação de complementaridade entre as duas categorias.

- A categoria de fundos de serviços, Kns, do capital natural. Como ocorre com o fundo de capital produzido, a natureza também fornece ao sistema econômico serviços essenciais. Na verdade, mais que a economia, toda a humanidade depende de tais serviços. E, em condições apropriadas, esses serviços podem continuar a ser oferecidos. Para tal, é necessário que não haja ruptura na atual estabilidade longe do equilíbrio termodinâmico do ecossistema global. Apenas para ilustrar, seguem alguns exemplos dos serviços essenciais fornecidos gratuitamente pelo ecossistema global:

• 210 •

Charles C. Mueller
A energia solar, as chuvas, os elementos químicos "naturais" no ar e nos solos, elementos absolutamente essenciais à agricultura. Funções da natureza de suporte à vida, incluindo a regulação do clima, a manutenção de ciclos biogeoquímicos do meio ambiente, dos quais a vida no nosso globo depende, a sustentação da resiliência de ecossistemas, etc.

A capacidade do meio ambiente de assimilar resíduos do funcionamento do sistema econômico e de se regenerar.

Esses são meros exemplos do complexo de serviços que a natureza presta à humanidade. E parece claro que o comprometimento do desempenho desses serviços pode tornar inviável não apenas a produção de certos setores da economia — como, por exemplo, a agricultura — como até a própria vida, inclusive a humana. São serviços gratuitos, mas fundamentais; muitos são insubstituíveis e, assim, infinิตamente valiosos. O fato de que esses serviços fluem por si sós, dia após dia, ano após ano, na forma de "dádivas gratuitas da natureza" não nos permite concluir que esses recursos naturais devem ser omitidos da análise do funcionamento do sistema econômico e, de forma especial, de suas relações com o ecossistema global — embora tenha sido isso que, até recentemente, as ciências econômicas fizeram.

A natureza nos fornece, nas palavras de Ehrlich (1989, p. 10), um "capital insubstituível"; na tipologia sugerida pela análise de Georgescu-Roegen, trata-se do fundo de capital Kns, do qual se originam serviços essenciais para o funcionamento do sistema econômico. Há, assim, alguma semelhança entre o fundo de capital natural, Kns, e o fundo de capital produzido, Kps; entretanto, essa analogia não deve ser levada muito longe. Diferentemente do que

5. Conforme o ecologista Ehrlich (1989, p. 10), "os ecossistemas fornecem à humanidade um conjunto absolutamente indispensável de serviços, dentre os quais se destacam a manutenção da qualidade gásosa da atmosfera, condições climáticas adequadas à vida, a operação do ciclo hidrológico (fundamental para o controle de enchentes e para a provisão da água doce para a agricultura, a indústria e aos domésticos), a assimilação de resíduos, a reciclagem de nutrientes essenciais à agricultura e à atividade florestal, a geração de solos, a polinização de plantas, a provisão de alimentos ao mar e a manutenção de uma imensa biblioteca genética da qual a humanidade retirou as verdadeiras bases de sua civilização". E conclui que, embora gratuitos, esses serviços são imposíveis de ser substituídos.

Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente
acontece com o capital produzido, o fundo de capital natural geralmente não tem dono – na verdade, nem a imaginação fértil de modelistas econômicos originou ainda sugestões de como atribuir direitos de propriedade a boa parte dos componentes de Kns. Da mesma forma – ou mesmo por isso –, como ressalta Ayres (1993), a maioria desses componentes está totalmente fora do domínio de mercados e, por mais que os economistas se esforcem, não tem sido possível atribuir, de forma consistente, valores a esses componentes nem definir “preços” para os serviços por eles prestados. E não existem substitutos tecnológicos plausíveis para muitos deles.

Além disso, ainda há enorme incerteza sobre o funcionamento de vários dos componentes do fundo de serviços da natureza. Sabemos que, como qualquer fundo de prestação de serviços, Kns também necessita, por assim dizer, da “manutenção” da sua capacidade de prestar serviços; sem isso essa capacidade pode vir a ser seriamente prejudicada. Não há dúvida de que muitos dos componentes do fundo de serviços da natureza são dotados de resiliência, de capacidade de regeneração em face de impactos, tanto naturais como resultantes do funcionamento do sistema econômico. Mas a ciência nos informa que existem limites para essa capacidade de regeneração que, se excedidos, podem desestabilizar ecossistemas e originar catástrofes. O que a ciência ainda não fez de forma convincente foi fornecer detalhes concretos e confiáveis sobre esses limites – como fica abundantemente claro da controvérsia ainda não resolvida sobre os impactos sobre o clima global do efeito “estufa”.

Uma outra diferença entre Kps e Kns é que, se ocorrerem rupturas como as antes indicadas, pode não haver volta. No caso de muitos componentes desse fundo, uma expansão insuportável da escala da economia pode provocar ruptura impossível de ser corrigida. Ou seja, ocorrendo tal ruptura ela pode ser irreversível. Conforme ressalta Ayres (1993), a perda de espécies, a destruição de habitats, o acúmulo crescente de gases do efeito estufa, a intoxicação dos solos, das águas subterrâneas, do lodo dos lagos e dos estuários por metais e químicos tóxicos não são reversíveis por
nenhuma técnica que possa ser desenvolvida nas próximas décadas. Esses são apenas alguns exemplos de rupturas irreversíveis da capacidade de geração de serviços de componentes de Kns; em muitos dos ecossistemas individuais em que isso aconteceu, observaram-se rupturas, com a passagem de uma situação de estabilidade longa do equilíbrio a outra, sem possibilidades de volta. E há aqui uma enorme diferença em relação ao que tende a acontecer em casos de mau uso de um componente do fundo de capital produzido — uma máquina, por exemplo. Quando isso acontece, quase sempre é, pelo menos tecnicamente, possível recuperar, reconstruir a máquina; o impacto gerado pelo uso inadequado pode ser revertido, o que não acontece, por exemplo, com um ecossistema que por mau uso sofre a ruptura da desertificação.

**Hipóteses ambientais e a controvérsia Sfor versus Sfra**

Em face da discussão anterior, parece claro que a visão da sustentabilidade fraca, Sfra, tende a focalizar principalmente o componente Kne do capital natural. Como vimos, por suas características, os fluxos de insumos oriundos do capital natural exigem substitutabilidade e esta é tornada ainda maior pelo desenvolvimento tecnológico. Foi principalmente a esse tipo de componente de Kn a que Solow se referiu em sua aula magna de 1973, na qual, como vimos antes, praticou verdadeira profissão de fé em relação à substitutibilidade entre recursos naturais e recursos produzidos. E, na ocasião, essa ênfase do autor sobre o fluxo de insumos energéticos e de materiais se justificava em razão do pessimismo que a crise do petróleo havia infundido na opinião pública mundial, que antevia problemas terríveis para a humanidade decorrentes de iminente escassez desse insumo energético. É necessário reconhecer que esse pessimismo se mostrou exagerado; poucos hoje deixam de concordar com a visão da Sfra do prisma apenas do componente Kne do capital natural.

Mas, e o outro componente — o do fundo de serviços essenciais prestados pela natureza? A visão da sustentabilidade forte, Sfot, tende a enfatizar esse componente. A da Sfra, entretanto, virtualmente o
ignora. É o que vem tornando isso possível é, basicamente, a hipótese ambiental das análises feita sob o prisma da sustentabilidade fraca.

Como vimos, as principais correntes de pensamento da economia do meio ambiente se apóiam em uma das seguintes linhas de hipótese ambiental: a da hipótese ambiental tênue, que considera o meio ambiente neutro, passivo; um meio ambiente que pode incomodar se agedido em excesso, mas é basicamente estável e, especialmente, dotado de reversibilidade; e a hipótese ambiental aprofundada, a que supõe explicitamente um meio ambiente frágil e passível de sofrer alterações potencialmente desestabilizadoras em decorrência de pressões antrópicas cumulativas.

A hipótese ambiental tênue leva a economia ambiental neoclássica a atribuir a outras disciplinas – notadamente a ecologia – a responsabilidade de analisar as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente do ponto de vista do ecossistema global e a considerar que o economista deve concentrar sua análise nos fenômenos resultantes de tal relação, que têm lugar basicamente no âmbito do sistema econômico. As complicações do funcionamento de ecossistemas são, assim, excluídas com hipóteses simplificadoras. Essas hipóteses são justificadas pela necessidade de simplificar a realidade para focar melhor a análise; argumenta-se que esse é o procedimento usual em todos os ramos da ciência. Para formulações com base nessa hipótese ambiental, por exemplo, a degradação da poluição é de interesse não pelo que possa estar ocorrendo com o meio ambiente propriamente dito (pois este é neutro, passivo), mas pelo reflexo de alterações ambientais causadas pelo funcionamento da economia sobre o bem-estar dos indivíduos em sociedade. Teorias que se valeram da hipótese ambiental tênue, conduzem, assim, à visão da sustentabilidade fraca.

As abordagens apoiadas na hipótese ambiental tênue tendem a se concentrar no componente de estoque de insumos da natureza, Kne. Uma razão importante para tal é que o ramo da economia ambiental que emanou da análise econômica convencional não se adapta bem a alguns dos atributos básicos do fundo de serviços básicos, Kn, antes indicados: o da sua absoluta essencialidade – ou seja, de sua insubstitutabilidade – em processos naturais de interesse da economia.
e o da irreversibilidade de alguns dos impactos ambientais do sistema econômico. Como mostrou Georgescu-Roegen (1975, p. 348), a análise econômica convencional tem em manter a epistemologia mecanicista, “um dogma banido até pela física”. Uma decorrência dessa epistemologia é a de que sua modelagem não se coaduna com tais atributos de Kns. De forma especial, a epistemologia se choca com a propriedade da irreversibilidade; a saída, portanto, é ignorá-la, lançando-a no rol das hipóteses simplificadoras.

O atributo da absoluta essencialidade incomoda porque ele não só impede o funcionamento de mecanismos de substitutibilidade, o que se choca com a visão otimista da Sfrá, como complica muito a atribuição de valores a tais atributos e bloqueia o cálculo dotado de algum sentido de preços pelos serviços de componentes do fundo de capital dotados dessa propriedade. E a análise econômica convencional perde o pé sem valores e sem preços que façam algum sentido. Sem estes, que tipo de instrumento econômico sugerir em situações de alto risco de danos ambientais irreversíveis? A situação se complica se não existirem – como acontece com casos de absoluta essencialidade – os trade-offs da substitutibilidade. Se a expansão da escala da economia mundial ameaçar produzir danos irreversíveis sobre componentes básicos do fundo de serviços naturais, se seu potencial de prestação desses serviços for ineravavelmente danificado, a sustentabilidade dessa expansão de escala simplesmente não existe. Se os serviços desses componentes forem fundamentais, uma vez irreversivelmente danificados os fundos de prestação desses serviços, eles tendem a não poder ser substituídos nem pelo capital produzido, nem por outros fundos de serviços. Com isso, fica prejudicada a expansão sustentável do sistema econômico; e se a humanidade insistir nela, o próprio funcionamento do sistema pode vir a ser prejudicado.

A característica da incerteza associada ao funcionamento de alguns dos mais importantes fundos de serviços básicos do capital

---

5. Para Georgescu-Roegen (1976), a epistemologia mecanicista da análise econômica convencional leva a considerar o processo econômico “um análogo mecânico, consistindo – como todos os análogos mecânicos – de um princípio de conservação e uma regra de maximização”. O autor mostra que, ao contrário do que aconteceu com a física, a química, a biologia e a ecologia, ramos da ciência que tem muitos rejeitam a valia epistemológica a análise econômica contém nela a se assertar.
natural também atrapalha. Sabemos que ainda é elevada nossa incerteza sobre os mecanismos que geram tais serviços básicos e sobre as reais consequências de ações que provoquem danos irreversíveis em tais fundos. Isso tem levado a sugestões de moderação, apoiados no princípio da precaução. Se for elevada a possibilidade de impactos severos e irreversíveis de ações humanas, por que não moderar ou eliminar os fatores causadores desses impactos até que se conheça melhor os mecanismos envolvidos e os riscos deles decorrentes? Recentemente, entretanto, o princípio da precaução vem sendo usado às avessas. O argumento é basicamente o seguinte: existem alguns componentes do fundo de capital natural que são importantes para a expansão da economia, mas sobre os quais ainda há muita incerteza, embora haja a possibilidade da ocorrência de impactos desestabilizadores decorrentes da expansão no seu uso. Todavia, de um lado, desconhece-se a magnitude dos danos sobre as gerações futuras associados à continuação da expansão no seu uso; e, do outro lado, são muito altos os custos em termos de produção, renda e emprego sacrificados no presente pela moderação ou pela contenção no seu uso. Então, por que não continuar como se vem fazendo, até que se reduzam ou se eliminem as incertezas e se tenha uma posição mais firme a respeito do que deve ser feito?

Contrastando com a postura dos proponentes da sustentabilidade fraca, as formulações que se valem da hipótese ambiental aprofundada dão ênfase especial ao conjunto das relações entre o sistema econômico e o meio ambiente. Análises que se valem dessa hipótese são feitas do prisma de quem se situa na fronteira entre o sistema econômico e o meio ambiente, analisando em maior detalhe as relações entre elas. Essas análises tendem a ressaltar a possibilidade de um funcionamento desregulado do sistema econômico vir a desestabilizar o ecossistema global, com impactos potenciais graves sobre a sociedade humana em um futuro mais distante. Para essas correntes, o centro de atenção também é a

---

7. Tem sido assa a postura de alguns países no contexto das medidas de contenção das emissões de gases do efeito estufa, preconizadas pelo Protocolo de Quioto, que objetivam evitar mudanças climáticas potencialmente catastróficas para a humanidade.
a elevada nossa economia, mas elas focalizam especialmente os possíveis impactos, em termos do potencial de destruição resultante de seu funcionamento, de parcelas importantes do fundo de serviços da natureza, Kns. Análises conduzidas do ponto de vista da hipótese ambiental aprofundada tendem, assim, a estar afinadas com a visão da sustentabilidade forte.

Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente
economia, mas elas focalizam especialmente os possíveis impactos, em termos do potencial de destruição resultante de seu funcionamento, de parcelas importantes do fundo de serviços da natureza. **Kns.** Análises conduzidas do ponto de vista da hipótese ambiental aprofundada tendem, assim, a estar afinadas com a visão da **sustentabilidade forte.**
natural também atrapalha. Sabemos que ainda é elevada nossa incerteza sobre os mecanismos que geram tais serviços básicos e sobre as reais consequências de ações que provoquem danos irreversíveis em tais fundos. Isso tem levado a sugestões de moderação, apoiados no princípio da precaução. Se for elevada a possibilidade de impactos severos e irrecuperáveis de ações humanas, por que não moderar ou eliminar os fatores causadores desses impactos até que se conheça melhor os mecanismos envolvidos e os riscos deles decorrentes? Recentemente, entretanto, o princípio da precaução vem sendo usado às avessas. O argumento é basicamente o seguinte: existem alguns componentes do fundo de capital natural que são importantes para a expansão da economia, mas sobre os quais ainda há muita incerteza, embora haja a possibilidade da ocorrência de impactos desestabilizadores decorrentes da expansão na sua uso. Todavia, de um lado, desconhece-se a magnitude dos danos sobre as gerações futuras associados à continuação da expansão no seu uso; e, de outro lado, são muito altos os custos em termos de produção, renda e emprego sacrificados no presente pela moderação ou pela contenção no seu uso. Então, por que não continuar como se vem fazendo, até que se reduzam ou se eliminem as incertezas e se tenha uma posição mais firme a respeito do que deve ser feito?7

Contrastando com a postura dos proponentes da sustentabilidade fraca, as formulações que se valem da hipótese ambiental aprofundada dão ênfase especial ao conjunto das relações entre o sistema econômico e o meio ambiente. Análises que se valem dessa hipótese são feitas do prisma de quem se situa na fronteira entre o sistema econômico e o meio ambiente, analisando em maior detalhe as relações entre elas. Essas análises tendem a ressaltar a possibilidade de um funcionamento desregrado do sistema econômico vir a desestabilizar o ecossistema global, com impactos potenciais graves sobre a sociedade humana em um futuro mais distante. Para essas correntes, o centro de atenção também é a

7. Tem sido essa a postura de alguns países no contexto das medidas de contenção das emissões de gases de efeito estufa, preconizadas pelo Protocolo de Köoto, que objetivam evitar mudanças climáticas potencialmente catastróficas para a humanidade.
economia, mas elas focalizam especialmente os possíveis impactos, em termos do potencial de destruição resultante de seu funcionamento, de parcelas importantes do fundo de serviços da natureza, Kns. Análises conduzidas do ponto de vista da hipótese ambiental aprofundada tendem, assim, a estar afinadas com a visão da sustentabilidade forte.

Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente