

SYLVIE FAUCHEUX  
JEAN-FRANÇOIS NOËL

**ECONOMIA  
DOS RECURSOS NATURAIS  
E DO MEIO AMBIENTE**



INSTITUTO  
PIAGET

## PREFÁCIO

**Título original:**  
*Économie des Ressources Naturelles et de l'Environnement*

**Autor:**  
*Sylvie Faucheux / Jean-François Noël*

**Colecção:**  
*Economia e Política, sob a direcção de António Oliveira Cruz*

**Tradução:**  
*Omar Matias*

**Capa:**  
*Dorindo Carvalho*

© Armand Colin Éditeur, 1995

Direitos reservados para Portugal:  
INSTITUTO PIAGET  
Av. João Paulo II, Lote 544, 2.º - 1900 LISBOA

**Paginação:**  
*Jorge Santos*

**Impressão e acabamento:**  
*Gráfica Manuel Barbosa & Filhos, Lda.*

Depósito Legal: 114747/97  
ISBN: 972-8407-38-6

Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou transmitida por qualquer processo electrónico, mecânico ou fotográfico, incluindo fotocópia, xerocópia ou gravação, sem autorização prévia e escrita do editor.

«O homem, pelo seu egoísmo pouco clarividente quanto aos seus próprios interesses, pela sua inclinação para desfrutar de tudo o que está à sua disposição, em suma, pela sua indiferença para com o porvir e os seus semelhantes, parece trabalhar para o aniquilamento dos seus meios de conservação e para a destruição da sua própria espécie. Ao destruir por todo o lado os grandes vegetais que protegiam o solo, por objectos que satisfazem a sua avidez do momento, leva rapidamente à esterilidade este solo que habita, dá lugar ao esgotamento das fontes, afasta destas os animais que aí encontravam a sua subsistência e faz com que grandes partes do globo, outrora muito férteis e povoadas em todos os aspectos, estejam agora nuas, estéreis, inabitáveis e desertas. (...) Dir-se-ia que o homem está destinado a exterminar-se a si próprio após ter tornado o globo inabitável.» Esta advertência é assinada por J. B. Lamarck e data de 1820.

Todavia, quase na mesma altura, Jean-Baptiste Say admitia claramente que a economia começa onde acaba a Natureza e acaba onde esta começa. Esta, dizia-nos, superabundante e inesgotável, não tendo de ser produzida nem reproduzida a fortiori, não tem preço... em sentido figurado, obviamente, mas sobretudo no seu sentido próprio. Ela pertence à categoria dos «bens livres», simplesmente evocados em contraponto aos bens «úteis e raros», à gestão dos quais se consagra a ciência económica. Wilhelm Röpke podia então comparar esta actividade à «arte de fazer uma mala». A imagem, notavelmente eloquente, sublinhava ao mesmo tempo o redobramento da operação sobre si própria. Até recente data a natureza continuava a ser a grande ausente de uma actividade do pensamento que, paradoxalmente, definia o seu objecto como o «estudo da

actividade humana através da qual os homens lutam para reduzir a inadaptação da natureza às suas necessidades» (H. Guitton, 1961).

O desenvolvimento contemporâneo de uma «economia do meio ambiente e dos recursos naturais», imposta pelos danos infligidos à biosfera, constitui sem dúvida a viragem decisiva que conduz a uma transformação radical desta situação. Ao descobrir-se que o movimento dos astros no Universo não se adequa exactamente ao que o sistema de Ptolomeu exigiria, este é enriquecido, primeiramente de modo marginal, com hipóteses complexas – epíclis e outras circunvoluções – que dirigem acauteladamente o corpo central do sistema; em seguida, via Copérnico, Tycho Brahé, Kepler e Galileu, acabar-se-á um dia por desembocar na revisão newtoniana.

Em primeiro lugar, começamos por tentar submeter o real aos imperativos do dogma. Em boa parte, a pretendida abertura ao meio ambiente da «ciência económica normal» (no sentido de Kuhn) consiste em projectar instrumentos, conceitos e regras de optimização sobre domínios que lhes são estranhos, sem ver que a tomada em consideração destes últimos torna a pôr radicalmente em causa as convenções fundadoras sobre as quais aqueles foram edificados. Porém, as «revisões dilacerantes» não deixarão de se impor um dia. O retesamento dos conformismos é disto um primeiro indício, raramente enganador.

Livros como este estão comprometidos com esta evolução. Se este representa – em conformidade com o seu objectivo – um quadro completo, claramente exposto e argumentado das investigações, mais ou menos conseguidas que a ciência económica doravante consagra aos recursos naturais e às questões ambientais, ele estende-se através de uma apresentação dos grandes paradigmas – «naturicista», «economicista», «termodinâmico» e «biologista» –, cada um dos quais representa precisamente um esforço em direcção à elaboração de uma nova síntese. E termina com uma parte inteiramente consagrada a este outro esforço de reflexão sintética que se desenrola – para o melhor e para o pior – em torno do desenvolvimento durável.

Numerosas considerações acompanham este quadro, porquanto os dois autores, que constituem desde há vários anos a pedra angular do Centro Economia Espaço Ambiente, que tenho a honra de dirigir na Universidade de Paris-I, participam eles próprios activamente na progressão dos pensamentos nestes domínios. Poucos investigadores estavam igualmente qualificados para levar a cabo semelhante empreendimento. A tese que Jean-François Noël consagrava, em 1977, ao «Modo de tratamento do meio ambiente na teoria e prática económica» representava uma investigação pioneira. A que Sylvie Faucheux defendia em 1990, sobre «A articulação das avaliações monetárias e energéticas em economia» fez bastante para aclimatar, na nossa disciplina, instrumentos não monetários, para o aperfeiçoamento dos quais ela, simultaneamente, contribuía.

Prosseguindo cada um as suas investigações pessoais, conduziram em conjunto várias investigações sobre as questões do ozono, o efeito de

estufa e o desenvolvimento durável, tendo em 1990 sido co-signatários de um pequeno e excelente «Reparos», consagrado às «Ameaças globais ao meio ambiente».

Da sua colaboração amigável surge hoje este livro, ao qual está prometida, não tenho dúvida, uma boa carreira. Ele inscreve-se na linha desta crítica permanente à qual – apesar de todos os integralismos – o pensamento não deve jamais temer entregar-se em relação a si mesmo. O próprio objectivo da ciência é repensar-se constantemente a fim de englobar em coerências alargadas o antigo que ela deve continuar a aprofundar e o novo que não cessa de descobrir. Os dois autores, através dos seus trabalhos – nos quais este constitui um marco – trarão, sem qualquer dúvida, tal como o fizeram até aqui, novas pedras para esta evolução. Se, como escreve António Machado, «o caminho se faz ao andar», excelentes perspectivas se abrem diante deles.

Paris, 10 de Março de 1995

René PASSET

Professor na Universidade de Paris-I Panteão-Sorbonne  
Director do Centro Economia Espaço Ambiente

## PRÓLOGO

Esta obra deve muito aos numerosos anos de ensino dos autores no seio do DEA «Economia do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais» da Universidade de Paris-I Panteão-Sorbonne, dirigido por René Passet.

Os nossos agradecimentos vão, em primeiro lugar, para as diversas gerações de estudantes que se sucederam desde 1987 e acompanharam a preparação deste trabalho. Vão de seguida para Jacques Benhaïm, a quem se devem os dois anexos do capítulo 3, assim como intervenções acerca da formalização, para Giuseppe Munda e Géraldine Froger, pela sua ajuda no domínio da análise multicritérios, assim como para Danielle Noël, que releu com atenção e autoridade o manuscrito.

Que toda uma série de colegas e amigos do Centro Economia Espaço Ambiente, que puderam conhecer sob uma forma ou outra a matéria desta obra e nos fizeram beneficiar das suas observações, recebam igualmente aqui os nossos agradecimentos: Andrea Baranzini, Beat Bürgenmeier, Juan Martinez-Alier, Philippe Méral, Martin O'Connor, Rüdiger Pethig, Gonzague Pillet, Malcolm Slessor, Patrick Schembri, Eugène Schenk, Eric Zyla.

Todo o nosso reconhecimento vai também para o secretariado e para a documentação do C3E, ou seja para Marie-Kristine Poiroux, para Marie-Thérèse Gomez e para Elizabeth Dartiguenave, que suportaram com paciência as alterações de humor dos autores, garantindo sempre mais que a sua parte da logística do projecto. Que recebam por fim os nossos agradecimentos Joël, Claudie e Pascal Herbulot, que tão amavelmente nos acolheram no Verão de 1993, nas suas Cevenas do Gard, permitindo à re-

dacção dar um grande salto em frente, tal como as instâncias competentes, que permitiram a um de nós beneficiar em 1994 de um «semestre sabático», tornando possível o bom termo deste trabalho.

A última parte da obra deve muito às pesquisas que o C3E leva a cabo desde há vários anos acerca do desenvolvimento sustentável, particularmente graças ao suporte financeiro da DG XII da Comissão da União Europeia, do Programa Interdisciplinar «Meio ambiente, Vida e Sociedade» do CNRS e do ministério do Ambiente.

É evidente que, conforme a fórmula consagrada, os autores assumem a inteira responsabilidade pelos erros ou insuficiências que subsistam. Mesmo se a revisão, e até o rescrever mútuo foi largamente praticado, a autoria dos capítulos 3, 7 e 8 pertence a Sylvie Faucheux e a dos capítulos 4, 5 e 6 a Jean-François Noël, tendo os dois primeiros capítulos sido escritos em conjunto.

*Para o Jérémy*

*Para a Danielle, Jean-Éric e Yves*

## INTRODUÇÃO GERAL

Muito poucos economistas contemporâneos reconhecem que a economia apresenta uma dimensão física e que esta é, necessariamente, uma transformação da natureza. Com efeito, a actividade económica extrai desta natureza os materiais que utiliza, tal como torna a lançar sobre esta os desperdícios que produz. Este duplo movimento circunscreve de modo muito exacto o campo desta obra: *economia dos recursos naturais*, que descreve os princípios segundo os quais se realiza a extracção dos recursos que, após transformação, vão originar os bens económicos; *economia do meio ambiente*, que descreve as modalidades segundo as quais podem ser geridos – e, eventualmente, atenuados – os despejos, poluições ou nocividades provocados pelas actividades económicas.

A noção de meio ambiente é, no entanto, mais lata do que esta concepção restritiva deixaria supor. O termo «evoca “o redor”<sup>\*</sup>, quer dizer um conjunto de coisas e de fenómenos localizados no espaço» (Passet, 1990, p. 1815), mais precisamente num espaço por certo exterior às actividades humanas, mas no seio do qual estas todavia se desenrolam<sup>1</sup>. Evidentemente, esta inclusão das actividades económicas no seu «meio ambiente»

1 As definições dadas pelos dicionários insistem todas sobre este aspecto. O Larousse, por exemplo, define o meio ambiente como «aquilo que rodeia, o conjunto dos elementos naturais e artificiais em que se desenrola a vida humana».

\* «Meio ambiente» corresponde à palavra francesa «environnement», derivada de «environs», equivalente ao português «redor», «cercanias», «aquilo que rodeia». (N.T.)

não é passiva: ela implica a existência de relações e de interações. Deste ponto de vista, o meio ambiente corresponde à esfera de influência recíproca existente entre o homem e o seu meio exterior <sup>2</sup>.

Quanto à ecologia, esta é a disciplina científica que estuda «as condições de existência dos seres vivos e as interações de todas as naturezas existentes entre estes seres vivos e o seu meio» (Dajoz, 1974). A ecologia desenvolveu os conceitos de *biocenose*, para designar o conjunto de espécies que vivem em interdependência, e de *biótopo*, para qualificar o meio físico que contém estas espécies, sendo o *ecossistema* constituído pela reunião do biótopo e da biocenose e reunindo a *biosfera* o conjunto dos ecossistemas. O termo biosfera <sup>3</sup> tem pois um sentido simultaneamente lato (ou seja, não limitado à matéria viva) e global (ou seja, à escala do planeta), e é entendido como «um sistema complexo e autoregulado de interdependências, em cujos ajustamentos a vida (e, por consequência, a espécie humana) desempenha um papel considerável.» (Passet 1990, pp. 1815-1816.)

Enquanto as consequências da actividade humana, e em particular da actividade económica, não eram susceptíveis de pôr em causa as regulações que governam a reprodução da biosfera, pôde considerar-se a economia e a natureza como dois universos distintos, possuindo cada um a sua lógica e as suas condições de reprodução. Os economistas podiam interessar-se pelas regras que governam a optimização económica e pelas condições da reprodução económica, ignorando sempre o modo como a natureza assegurava espontaneamente a sua reprodução.

Deixou de ser assim desde que o desenvolvimento da população, da produção e das técnicas ameaçam destruir o meio que os suporta. A reprodução da biosfera já não pode ser pensada independentemente da reprodução da economia, e a desta última não pode ser encarada sem relação com a da biosfera.

A tomada de consciência da amplitude das relações mútuas entre a economia, os recursos naturais e o meio ambiente, quer dizer, a constituição destas relações como problemas, foi concomitante com o aparecimento de um risco de esgotamento dos recursos naturais e com o agravamento dos danos sofridos pelo ambiente.

Nos dois domínios a evolução foi característica e bastante paralela.

Do lado dos recursos naturais, a questão do vínculo entre a população e os recursos é, na verdade, abordada há muito tempo pelos economistas (pelo menos depois de Malthus), do mesmo modo que a da dependência da actividade industrial face às matérias-primas e à energia

2 É disto testemunha a definição geral do meio ambiente, dada do seguinte modo pelo cibernético L. Couffignal : «Um ser humano, uma sociedade humana, um qualquer mecanismo, só podem agir sobre uma parte, (...) só sofrem a influência de uma parte do meio exterior. Estas duas partes do meio exterior constituem o meio ambiente deste ser, desta sociedade, deste mecanismo.» (Couffignal, 1960)

3 O termo biosfera foi popularizado por Vernadsky (1863-1945), uma das figuras marcantes da ciência russa, antes como após 1917.

é igualmente reconhecida desde o século XIX (*The Coal Question*, de Stanley Jevons, data de 1865). No entanto, a reflexão económica acerca dos recursos naturais dirigiu-se, durante muito tempo, para a elaboração de regras de boa gestão dos recursos, tanto dos esgotáveis como dos renováveis, mais que para a elucidação das relações entre recursos e desenvolvimento.

A partir dos anos 70 difundiu-se uma interrogação acerca da capacidade da biosfera para fornecer os recursos necessários à continuação do desenvolvimento económico. O relatório do Clube de Roma, de 1972, representou um momento marcante a este respeito (Meadows, Randers, Behrens, Meadows, 1972; Meadows, Behrens, Nail, 1977). Os anos seguintes viram, paradoxalmente, as luzes apontar em simultâneo para os recursos esgotáveis mais «vendíveis», como o petróleo («choques petrolíferos» de 1973-74 e 1979-80), e para recursos renováveis muito menos «vendíveis», como os elefantes ou as baleias, ameaçados de extinção. Em vez de temer que o desenvolvimento encontre um limite absoluto na disponibilidade dos recursos, o que seria desmobilizador, tende-se preferencialmente a encarar os recursos naturais como uma realidade física concreta, «um *stock* que é conveniente gerir tendo em conta, seja os seus ritmos naturais de reprodução (recurso renovável), seja as suas perspectivas de esgotamento e os prazos necessários para a sua substituição por novos recursos (recursos não renováveis)» (Passet, 1990, p. 1829).

No que respeita aos problemas do meio ambiente, a evolução foi paralela àquela que os recursos naturais conheceram. Os anos 70, período durante o qual se começou a colocar o problema das relações entre economia e ambiente, correspondem a uma primeira fase desta evolução. Esta é dominada pelas poluições clássicas da água, do ar e do solo. Até então, estas poluições tinham emissores e vítimas bastante bem identificados. Tinham uma forma local ou regional, por vezes além-fronteiras. Provocavam prejuízos pontuais e, a maior parte das vezes, reversíveis com a ajuda de técnicas de despoluição.

A evolução recente dos problemas do meio ambiente desde o fim dos anos 80 atribuiu a estas questões uma actualidade que nunca mais perderam<sup>4</sup>. Os danos causados ao meio ambiente encontram-se agora perante um novo limiar: aquele que reside em pôr em causa as regulações globais da biosfera. É disto testemunha a entrada em cena das primeiras poluições que se podem classificar de globais: a diminuição da camada de ozono estratosférico ou o aumento do efeito estufa (Faucheux e Noël, 1990).

A questão da perenidade do desenvolvimento, na origem destes danos, está pois levantada: toma-se consciência que as interações entre econo-

<sup>4</sup> Em França, pode-se situar este renovado interesse no início do decénio de 1990, interesse que já se manifestara noutros países.

de longo  
histórico

mia e ambiente devem doravante ser geridas de forma a responder às necessidades actuais sem sacrificar a satisfação das gerações futuras. Nasceu a noção de desenvolvimento sustentável.

Contudo, se se quiser que o desenvolvimento sustentável não constitua uma «caixa vazia», há que aprofundar-lhe as condições e definir os critérios de gestão correspondentes, o que constitui um verdadeiro desafio para a teoria económica.

Com o desenvolvimento sustentável, a economia encontra-se confrontada com os seguintes problemas:

– *A multidimensionalidade*: os problemas deixaram de ser isoláveis uns dos outros e comportam todos várias dimensões. Por um lado, os problemas dos recursos e do meio ambiente estão evidentemente ligados: um recurso poluído pode já não estar disponível para o uso que dele se espera; a extracção de recursos esgotáveis causa poluições locais ou regionais e a sua utilização é posta em causa à escala global pelo reforço do efeito de estufa pelas emissões de CO<sub>2</sub>; a exploração dos recursos renováveis e o agravamento das poluições põem em causa a diversidade biológica, que é uma das características da biosfera. Por outro lado, a existência de interacções entre aquilo a que se pode chamar, com Passet (1979), a esfera económica, a esfera natural e a esfera sociocultural, encontra-se no próprio âmago das relações entre economia, recursos e ambiente. Ora, neste conjunto, a esfera económica surge como um subconjunto das esferas sociocultural e natural que a englobam. Porém, inversamente, nenhum dos elementos das esferas englobantes pertence à esfera económica. Esta situação explica a multidimensionalidade fundamental dos fenómenos de exploração e de esgotamento dos recursos naturais, assim como os da degradação do meio ambiente, e justifica a utilização, para a sua compreensão, de uma abordagem sistémica adaptada a esta multidimensionalidade (Faucheux e O'Connor, 1994).

– *A irreversibilidade*: actualmente, os problemas dos recursos naturais e os problemas do meio ambiente atingiram o nível da biosfera. As próprias regulações desta última são postas em causa pelas poluições globais, tais como a diminuição da camada de ozono e o reforço do efeito de estufa. Por um lado, a atmosfera terrestre revela-se extremamente sensível a pequenas alterações dos seus constituintes minoritários. Por outro lado, a duração de vida de certos poluentes extremamente estáveis, juntamente com os longos prazos de reacção de sistemas tão complexos como aqueles que determinam o clima, permite pensar que as mudanças climáticas globais se manteriam por vários séculos, e poderiam portanto ser consideradas como irreversíveis à escala humana. Um outro aspecto da irreversibilidade é constituído pelas extinções de espécies, sejam estas devidas a uma futura alteração global que modificaria as condições de vida sobre a terra, a poluições que ameaçassem especificamente esta ou aquela espécie ou a levantamentos excessivamente importantes do *stock* de um recurso renovável. Toda a perda de

património genético pode ser considerada como definitiva e é, portanto, nesta qualidade, essencialmente irreversível.

– *A presença de problemas de equidade, tanto intrageracionais como intergeracionais*\*: as escolhas feitas em matéria de recursos naturais e de meio ambiente inserem-se necessariamente no tempo. Estas põem igualmente em jogo o bem-estar, tanto dos indivíduos que actualmente existem, como o das gerações futuras. Para a presente geração, a questão da repartição deste bem-estar e dos efeitos ligados à exploração dos recursos naturais e aos problemas de poluição do meio ambiente está posta: basta pensar na importância das desigualdades entre países do Norte e do Sul. Para as gerações vindouras, é claro que a atitude em matéria de exploração de recursos e de salvaguarda do meio ambiente adoptada pela geração actual influenciará directamente o seu bem-estar: por exemplo, um recurso esgotável explorado actualmente deixará de estar futuramente disponível. O problema, evidentemente, é que se as preferências actuais são conhecidas, não se conhecem as preferências das gerações futuras. É pois delicado estabelecer regras que assegurem de modo equitativo a partilha do bem-estar entre a geração actual e o conjunto das gerações futuras.

– *A incerteza*: esta é omnipresente em todo o domínio dos recursos naturais e do meio ambiente. Incerteza quanto às reservas de recursos esgotáveis, quanto às possibilidades que os progressos técnicos futuros reservam, quanto às consequências exactas das poluições globais, sem falar das já citadas, que dizem respeito às preferências das gerações futuras. A combinação da irreversibilidade e da incerteza leva, por outro lado, a definir critérios gerais de escolha, tal como o princípio de precaução (Perrings, 1991): não se pode correr o risco de uma evolução irreversível da biosfera, mesmo que esta não seja certa, e deve-se, por consequência, orientar sistematicamente as escolhas em direcção a opções que se revelem ser as mais prudentes.

Os objectivos de harmonização entre preocupações económicas e ecológicas, tais como se exprimem através do conceito de desenvolvimento sustentável, levam a que se formule questão de fundo, à qual esta obra tenta responder: «Que economia para os recursos naturais e o meio ambiente?»

A fim de elaborar tal resposta, é indispensável, primeiramente, voltar aos fundamentos, tanto epistemológicos como analíticos, da economia dos recursos naturais e do meio ambiente (primeira parte: Os fundamentos da economia dos recursos naturais e do meio ambiente). De seguida, impõe-se um conhecimento da análise económica, quer dos recursos naturais (segunda parte: A economia dos recursos naturais) quer do meio am-

\* *Intragénérationnels* e *Intergénérationnels*, respectivamente, no original. A fim de manter integralmente o sentido das palavras optou-se pelo aporuguesamento das mesmas.

biente (terceira parte: A economia do meio ambiente), particularmente para melhor compreender a parada de debates nascidos em torno do conceito de desenvolvimento durável. Este último resulta da descoberta, pela economia, de uma lógica que lhe é exterior e cuja tomada em consideração a conduz a uma abertura multidimensional. A última parte desta obra (quarta parte: O desenvolvimento sustentável) é, portanto, consagrada às teorias económicas do desenvolvimento sustentável.

PRIMEIRA PARTE

**OS FUNDAMENTOS  
DA ECONOMIA DOS RECURSOS  
NATURAIS E DO MEIO AMBIENTE**

## INTRODUÇÃO

É sabido que a ciência económica se autonomizou progressivamente, separando-se pouco a pouco da reflexão filosófica, moral e política. Para além disso, observou-se frequentemente que as ideias económicas sofreram regularmente a influência dos conhecimentos científicos do momento, na medida em que estes últimos chegavam a constituir verdadeiras concepções do universo.

Deste modo, as relações do homem e das suas actividades económicas com o mundo físico foram interpretadas segundo quatro modelos diferentes, oriundos directamente do conhecimento filosófico ou científico. É certo que estes foram surgindo sucessivamente mas, ao manter-se através dos tempos, estiveram na origem de importantes clivagens existentes no seio da economia em geral e, particularmente, no seio da economia dos recursos naturais e do meio ambiente. No capítulo I, estudaremos aquilo a que se pode chamar os quatro grandes paradigmas<sup>1</sup>. Apreciaremos estas diferentes interpretações em função da sua aptidão para justificar as quatro dimensões que considerámos como essenciais nos problemas actuais dos recursos naturais e do meio ambiente, a saber a multidimensionalidade, a irreversibilidade, a equidade intra e intergeracional e a incerteza.

A necessidade, recentemente reconhecida, de analisar as relações entre a economia e os recursos naturais, assim como entre a economia e o ambiente, não deve fazer esquecer que a reflexão económica não começa

---

<sup>1</sup> Empregamos este termo na falta de um outro melhor adaptado, sem contudo lhe dar um sentido epistemológico tão preciso como o que lhe dá Kuhn (1962).

hoje e que esta é o resultado de uma discussão que remonta a muitos séculos. Interrogamo-nos pois, no capítulo 2 desta primeira parte, acerca daquilo com que o pensamento económico passado pôde contribuir para o conhecimento das relações existentes entre economia e recursos naturais e entre economia e ambiente.

## OS GRANDES PARADIGMAS

A partir dos anos 70, ou seja, desde que os problemas dos recursos naturais e do meio ambiente começaram a ser entendidos e tratados como tais, as acções neste domínio dividem-se entre quatro grandes atitudes (Turner, 1991)<sup>1</sup>.

Simplificando, estas quatro posições são:

- uma atitude extremista, dita preservacionista, centrada na preservação integral da biosfera. Nada do que constitui a biosfera deve ser prejudicado pelos actos do homem. Salvo situações de urgência, este não tem direito algum sobre os recursos naturais. Os elementos não humanos da natureza possuem, em contrapartida, direitos que o homem deve respeitar. As considerações éticas estendem-se portanto à natureza inteira e são válidas para toda a sucessão dos tempos futuros. Esta abordagem corresponde principalmente à corrente dita da *Deep Ecology*;

- uma atitude dominada pela eficiência económica e o seu instrumento privilegiado, a análise custos-vantagens. Esta concepção fundamenta-se no utilitarismo e nos direitos de propriedade, a fim de permitir ao mercado regular a exploração dos recursos. Optimismo tecnológico e possibilidades de substituição em função dos preços deixam o campo livre à exploração dos recursos naturais e do meio ambiente. Está au-

1 Esta tipologia deve obviamente ser interpretada com circunspecção, na medida em que cada concepção não constitui um compartimento estanque e, na realidade, continuam a ser possíveis um grande número de recuperações e de combinações, como aliás se verá ao longo desta obra.

sente qualquer consideração ética, tanto intrageracional (respeitante à repartição) como intergeracional;

3) - uma atitude, frequentemente chamada conservacionista, que vê nos recursos e nos problemas ambientais uma barreira tamanha para o crescimento económico que este, a bem ou a mal, deverá parar. São os adeptos do crescimento zero ou do estado estacionário. Trata-se de um ponto de vista antropocêntrico, conseqüentemente distinto da primeira atitude. Diferencia-se igualmente da segunda abordagem pela sua preocupação em conservar uma base de recursos naturais. As considerações éticas intergeracionais prevalecem todavia nitidamente sobre as preocupações intrageracionais. Aquelas levam a sacrificar o crescimento presente em benefício das gerações futuras;

4) - uma atitude que vê nos recursos e nos problemas ambientais um sério obstáculo ao crescimento económico, mas que pensa ser possível um compromisso, com a ajuda de uma definição adequada das barreiras a respeitar e de uma utilização hábil dos instrumentos económicos de incentivo. Encontram-se aqui os mais fervorosos adeptos do desenvolvimento sustentável. As considerações éticas intra e intergeracionais são tomadas em conta de maneira equilibrada. Estas levam a não sacrificar o desenvolvimento actual, mas a alterar-lhe as características para permitir-lhe perdurar.

Observa-se que, entre estas quatro atitudes face ao meio ambiente e aos recursos naturais, as duas primeiras são a consequência de concepções reducionistas e unilaterais, enquanto que as duas últimas dependem em diversos graus de posições de compromisso entre economia, por um lado, e meio ambiente e recursos naturais, por outro.

Pode-se igualmente considerar que estas abordagens se prendem mais profundamente às grandes concepções do universo desenvolvidas pela reflexão filosófica e/ou científica. O lugar do homem e das suas actividades no seio do mundo físico foi entendida de quatro modos principais, os quais, é certo, apareceram sucessivamente mas que, ao manter-se através dos tempos, acabaram por constituir outros tantos paradigmas concorrentes no conhecimento e explicação do universo. A força explicativa destes grandes paradigmas é aliás tal que determina também as clivagens existentes no seio da análise económica e, evidentemente, no seio da economia dos recursos naturais e do meio ambiente.

a) 1. Uma primeira explicação atribui o primado à «natureza». É aquilo a que se pode chamar o universo «naturicista». A natureza é considerada como primeira e prevalece sobre o homem. A natureza é, portanto, um conceito vasto e englobante, de essência metafísica. Depende exclusivamente do qualitativo. No universo físico, tudo vai pois derivar desta natureza. O homem deve submeter-se-lhe, inclusive nas suas actividades políticas, morais ou económicas.

As duas seguintes explicações atribuem o papel principal à física, em detrimento da metafísica. Trata-se de concepções de natureza racionalista e científica. Ambas se baseiam nas leis da física, as quais estão na base do conhecimento e da acção do homem. Estas divergem contudo quanto ao

tipo de fenómeno explicado e, portanto, quanto ao tipo de disciplina científica com o qual se relacionam, de forma mecânica ou termodinâmica. Temos pois:

2. Uma segunda explicação que tem as suas raízes na mecânica. O universo mecanicista daí resultante explica-se unicamente pelas dimensões da grandeza, da massa e do tempo. Este último é fundamentalmente reversível. O universo só existe na medida em que é quantificável. A qualidade é aqui rejeitada. O conhecimento racional que daí resulta abre as portas à acção sem limite do homem sobre o universo físico. Esta exigência de racionalidade leva a conceber sobre um modelo único, não só a explicação dos fenómenos físicos, mas também a do vivo (os animais-máquinas) ou a dos fenómenos económicos e sociais.

c) 3. A terceira explicação atribui o primado à termodinâmica. Trata-se igualmente de compreender o universo a partir das leis da física, porém estas últimas mudaram em relação ao caso precedente: aplicam-se agora a fenómenos (a energia) mal representados pela mecânica clássica, que fazem entrar no campo do quantificável. A explicação proposta baseia-se fundamentalmente num tempo irreversível. Esta característica (a entropia) leva a considerar os limites da acção humana sobre o mundo físico preferencialmente à sua expansão infinita. Entretanto, a representação que daí resulta é tão racionalista e determinista como a precedente: aplica-se tanto aos fenómenos físicos como à actividade económica do homem e aos seus resultados. Malogra, no entanto, em compreender correctamente o vivo e a sua evolução.

d) 4. A quarta explicação realça a especificidade do vivo. Esta resulta em parte de uma revisão do paradigma termodinâmico precedente, a fim de interpretar a manutenção da vida através da degradação entrópica. Encontra igualmente a sua origem na evolução recente da biologia molecular (papel do ADN e do código genético). Tende a resolver a contradição existente entre a estabilidade do mundo físico, tal como esta se exprime nas leis da termodinâmica (sem falar das da mecânica), e a evolução do vivo, tal como esta ressaí da teoria evolucionista oriunda de Darwin. Centrado mais na biologia do que na física, este paradigma irá insistir na instabilidade da vida face ao mundo físico, na crescente complexificação do vivo e na necessidade de organizar a coevolução.

Cada um destes grandes paradigmas influencia e esclarece as concepções específicas da economia, em geral, e da economia dos recursos naturais e do meio ambiente em particular.

Na verdade, a abordagem naturicista, pelo seu carácter metafísico, presta-se mal aos desenvolvimentos, em termos económicos. As ideias dos fisiocratas aparecem como um dos raros exemplos de uma concepção económica directamente ligada a este paradigma. As concepções éticas das teorias ditas «humanistas» da economia, ou o interesse concedido aos comportamentos altruístas, estão-lhe ligadas mais indirectamente. No que respeita ao meio ambiente, a concepção naturicista do mundo tem como resultado as teses «geocentradas» (Gaia) ou «biocentradas» (Deep

*Ecology*), que se opõem directamente à economia dos recursos naturais e do meio ambiente, tal como esta é tradicionalmente concebida. Este será o objecto da secção 1 deste capítulo.

As duas abordagens «físicistas» deram em contrapartida lugar a abundantes construções económicas. A mecânica clássica sustém todo o edifício da teoria económica padrão de inspiração neoclássica e, portanto, de toda a análise convencional dos recursos naturais e do meio ambiente. Isto será recordado na secção 2 deste capítulo.

A termodinâmica está na base das primeiras tentativas para fazer entrar o meio ambiente e os recursos naturais, enquanto tais, no quadro da teoria económica. Se é verdade que a Escola de Londres se inspira aqui fortemente, é inegável que a teoria do estado estacionário (*steady state*) é a sua mais acabada ilustração. Estes pontos serão o objecto da secção 3 deste capítulo.

A concepção centrada no vivo dá lugar a uma interpretação contemporânea das relações entre economia e recursos naturais ou meio ambiente em termos de coevolução. Esta será abordada na secção 4 deste capítulo.

Deste modo, poder-se-á ver que aos dois paradigmas de inspiração monista e unidimensional, a saber o naturicismo ecológico e o fisicismo económico, podem ser opostos dois paradigmas igualmente multidimensionais e, por consequência, menos redutores. Estes últimos, o paradigma termodinâmico e o paradigma do vivo, constituem o essencial do campo daquilo a que agora se tem o costume de qualificar de economia ecológica ou *Ecological Economics* (Faucheux e Passet, 1995).

## 1. O UNIVERSO «NATURICISTA»: O PRIMADO DA NATUREZA E DA ÉTICA

Entre as concepções das relações entre o homem e o universo, encontra-se primeiramente uma categoria que se pode qualificar de «naturicista», na medida em que esta atribui um papel proeminente à natureza<sup>2</sup>, mas a uma natureza definida numa base metafísica. A este ponto de vista pode ligar-se aquele que coloca a ética, particularmente sob a forma de uma moral natural, no primeiro plano das relações do homem e do universo. Em ambos os casos, quer se trate de metafísica quer de moral, a fonte e a inspiração destas correntes remontam, no pensamento ocidental, a Aristóteles. Será pois conveniente, no primeiro caso, ver como a concepção metafísica da natureza tal como se encontra em Aristóteles, pôde iluminar certas teorias económicas, tal como a dos fisiocratas. No segundo caso, seguir-se-á a tradição, ainda proveniente da

2 Antes do mais, e sem ter a pretensão de esgotar o assunto, precisemos as definições possíveis de natureza. O sentido mais imediato do termo diz respeito ao mundo físico (a *physis* dos Gregos, ou seja os grandes elementos: água, ar, terra, fogo) em geral e, mais precisamente ainda, aos seres animados ou aos objectos inanimados que não os artefactos.

moral aristotélica, passando pelo pensamento escolástico, até às teses da economia «humanista» de Sismondi a Schumacher. Por fim, deter-nos-emos em duas abordagens contemporâneas que, aliando metafísica da natureza e moral natural, têm em comum o facto de se colocarem em posição de adversário da economia no terreno do meio ambiente: a hipótese Gaia, forma geocêntrica de naturalismo metafísico e a corrente dita da *Deep Ecology*, forma biocentrada de ética natural.

### 1.1. UMA CONCEPÇÃO METAFÍSICA DA NATUREZA: DE ARISTÓTELES AOS FISIOCRATAS

Para Aristóteles<sup>3</sup>, o conhecimento do universo pressupõe a evidenciação de quatro tipos de causas suficientes para explicar totalmente cada objecto: a «causa material», a qual descreve a matéria de que o elemento é feito; a «causa formal», que é a ideia, a essência ou o plano; a «causa eficiente», quer dizer, o agente na origem da acção, a força ou o poder que a produz; a «causa final», a qual representa o fim, o objectivo procurado<sup>4</sup>.

No entanto, uma vez feita esta análise das causas, convém, diz ainda Aristóteles, distinguir aquilo que é natural daquilo que é fabricado, ou seja, dos artefactos. Nestes últimos, a forma não é um dado preestabelecido ou predeterminado, mas é imposta pelo homem de um modo, aliás, superficial<sup>5</sup>. Para mais, os artefactos não encerram em si nenhuma tendência para a mudança. Estes não conhecem, nem alteração, do nascimento ao envelhecimento e à morte, nem crescimento orientado para uma conclusão, tal como o trigo a crescer até à espiga ou o botão até à flor ou à folha, nem mobilidade autónoma.

Para Aristóteles, a natureza assim circunscrita é indissolúvelmente forma e matéria, sendo porém a forma o elemento activo, essencial, não sendo a matéria senão o receptáculo passivo da forma. Este primado da forma, efectuando as suas escolhas entre todas as potencialidades oferecidas pela matéria, conduz à ideia de uma natureza certamente caracterizada pelo movimento<sup>6</sup> mas por um movimento que deve ser simultânea-

3 *Physique*, tome III, trad. Carteron, Les Belles Lettres, Paris, 1973.

4 As análises modernas, quando se pretendem científicas, rejeitam as «causas formais» e as «causas finais», como sendo pura especulação metafísica, a «causa material» como não sendo de forma alguma a ordem de uma causa; as análises modernas concentram a sua atenção na «causa eficiente».

5 Para Aristóteles, um pedaço de madeira plantado numa terra não resulta necessariamente noutro pedaço de madeira, mas, se não estiver demasiado seco, poderá voltar a dar uma árvore.

6 Este movimento observa-se com evidência em relação às categorias aristotélicas fundamentais que são o calor, o frio, o seco e o húmido, e as suas combinações essenciais na origem dos quatro elementos (os contrários não podem, por definição, unir-se): o fogo (quente e seco), o ar (quente e húmido), a água (fria e húmida) e a terra (fria e seca), o mesmo se passa com o pesado e o leve, o baixo e o alto, etc.

mente não forçado e não violento, conforme à causa formal e à causa final, quer dizer, em definitivo – e de modo algo circular – conforme à natureza. Os seres agem «para a natureza» e «pela natureza», se bem que «a natureza caminha rumo à natureza». O fim perseguido pela natureza é a forma, porém este fim implica também uma acção, que se exerce sobre o substracto que é a matéria.

O pensamento da natureza em Aristóteles depende assim da teleologia, na verdade, do finalismo mais absoluto. São disto testemunhas as bem conhecidas afirmações de Aristóteles, tais como as de que «a natureza não pensa, mas não poderia saber melhor para onde vai» que «a natureza não faz nada em vão»<sup>7</sup>, que «a natureza age o melhor que pode»<sup>8</sup>, e até que «como uma boa dona de casa ela utiliza tudo o que é utilizável, sem desordem».

Nestas últimas expressões, vê-se despontar uma verdadeira economicidade da natureza, associando a eliminação dos desperdícios à perseguição de um objectivo preestabelecido. Considerando, por exemplo, a organização interna dos seres vivos, Aristóteles procura conhecer-lhes a forma, quer dizer, o plano da natureza no qual aquela se inscreve. Este respeita os constrangimentos de equilíbrio e de harmonia e evita a redundância ou o supérfluo.

Porém, o campo da natureza, tal como acaba de ser definido, não se reduz de maneira alguma aos elementos naturais nem aos seres vivos. A natureza diz igualmente respeito ao homem empenhado na acção e que age, assim, como ser político ou económico.

Com efeito, para Aristóteles, a realidade política existe também sob uma forma natural: a cidade. É conhecida a célebre passagem da sua *Política*: «a cidade está no número das realidades que existem naturalmente e o homem é por natureza um animal político»<sup>9</sup>. Os outros níveis de organização da sociedade, o casal, a família, a comunidade rústica, encontram o seu completo desenvolvimento, a sua conclusão, na cidade.

Encontra-se o mesmo género de concepção em algumas passagens económicas deixadas por Aristóteles. Numa digressão da sua *Política*, introduz efectivamente uma distinção entre modos naturais e modos não naturais de aquisição de riquezas, ou seja entre a economia propriamente dita e a crematística.

A primeira baseia-se na satisfação das necessidades por meio da agricultura, da criação de gado, da pesca e da caça, ou ainda da pilhagem, espécie de caça algo especial! Esta satisfação opera-se principalmente no seio da família, do domínio ou da comunidade aldeã. Baseia-se num valor de uso concreto e apenas dá lugar a uma acumulação limitada. Os custos e os benefícios dizem assim respeito ao conjunto da comunidade em causa. Este primeiro modo de aquisição de riquezas contém em si os seus

7 Aristóteles, *Política*, I, 2.

8 Aristóteles, *Génération des animaux*, I, 6.

9 Aristóteles, *Política*, I, 2.

próprios limites, a satisfação das necessidades, em particular das necessidades a longo prazo, da comunidade. A economia, entendida principalmente no sentido de economia doméstica autárquica, constitui pois um modo natural de aquisição de riquezas.

No entanto, nota Aristóteles, a satisfação contínua das necessidades elementares pode levar, com o tempo, ao aumento da população e tornar indispensável – por exemplo, ao nível da cidade – a importação de bens localmente deficitários. O dinheiro foi justamente inventado para facilitar tais transacções com o exterior.

Contudo, a partir do momento em que se entra na esfera das trocas monetárias, escapa-se, pensa Aristóteles, de qualquer limite natural para as trocas fundado na satisfação das necessidades e penetra-se na crematística, modo não natural de aquisição de riquezas<sup>10</sup>. A crematística culmina no empréstimo a juros, no seio do qual a moeda não é mais um intermediário das trocas, mas um bem, objecto de troca por si próprio<sup>11</sup>.

Vê-se pois que, no que respeita às relações entre o homem e a natureza, Aristóteles recomenda nitidamente que não se transgrida a ordem encarnada por esta última. Esta espécie de pacto de aliança com a natureza é característica do pensamento grego, que preconiza a acomodar-se à natureza, o fundir-se com ela, o aceitá-la, eventualmente ser astucioso com ela, mas jamais modificá-la, combatê-la frontalmente ou procurar dominá-la. A preocupação de equilíbrio e o temor dos desvios e do excesso agiram no mesmo sentido. A estabilidade e o funcionamento harmoniosos de uma natureza disposta pelos deuses devem servir de modelo, tanto às convenções que regem a vida na cidade quanto ao indivíduo no seu comportamento racional. A dicotomia existente entre a economia, conforme à natureza, visto estar ligada às necessidades humanas e à dimensão física dos objectos, e a crematística, não conforme à natureza visto fundar-se num «desvio» da utilização da moeda, é característica do universo «naturicista» de Aristóteles.

Em meados do século XVIII, os fisiocratas irão retomar esta visão do mundo, tentando dar como fundamento para a economia a realidade física da natureza. Atribuindo a origem exclusiva da riqueza à agricultura, descrevem-na fazendo desta uma das modalidades possíveis da «economia natural», estabelecendo sempre nitidamente a supremacia da natureza sobre a economia. Desde os seus primeiros escritos<sup>12</sup>, publicados em 1756-1757 na *Enciclopédia* de Diderot e d'Alembert, Quesnay, o dirigente desta escola, afirma, com efeito, que o produto social anual da nação, no seu conjunto, não é senão o produto nacional anual da agricul-

10 O comércio que faz apelo à moeda é portanto condenável e condenado por Aristóteles. Convém, pois, deixar o comércio da cidade aos estrangeiros, aos metecos.

11 Produz-se portanto uma inversão das causalidades, passando o dinheiro de «causa material» a «causa final». O dinheiro deixa de ser um meio (de troca) para se tornar um fim. O desejo de dinheiro substitui o desejo de bens.

12 Os artigos *Evidence, Fermiers e Grains*.

tura e que nem a indústria nem o comércio podem acrescentar seja o que for à riqueza nacional. Neste sentido, estes últimos podem ser vistos como ocupações estéreis.

A questão da posição da natureza face à economia, e, mais geralmente, face à sociedade, aparece sob três aspectos na construção dos fisiocratas: primeiramente, na sua teoria filosófica da ordem natural, de seguida na concepção que lhes é própria da exclusiva produtividade da agricultura e, por fim, na relação que estabelecem com a dimensão física da economia.

Os fisiocratas pensam que as sociedades civis não deveriam ser mais que um espelho da ordem natural. As leis constitutivas desta ordem natural, ou leis naturais, foram certamente inscritas na natureza pelo próprio Deus, mas um mau governo ou grupos sociais demasiado influentes podem suspender-lhe o jogo ou modificar-lhe os efeitos. Elas não se impõem de uma forma necessária às acções dos homens, e as sociedades civis não podem ser consideradas a seu respeito como sistemas mecânicos reagindo sempre da mesma maneira. A ordem natural surge assim como uma espécie de situação normativa que descreve os traços de uma sociedade ideal. O bom governo consiste então em «compreender as leis que Deus tem tão manifestamente gravadas sobre a sociedade dos homens, desde a Criação»<sup>13</sup>. A preferência dos fisiocratas na ordem política vai para um *despotismo legal*, sendo a autoridade de um monarca de direito divino temperada pela adesão deste às Luzes, que o instruem no retorno à ordem natural.

A sua doutrina da produtividade exclusiva da agricultura conduz, no plano político, à exclusão da nação de todos aqueles cujos interesses não coincidam com os da agricultura e a preconizar uma aliança do Rei com todos os grupos sociais ligados à agricultura. O argumento utilizado pelos fisiocratas a fim de demonstrar a superioridade da agricultura sobre a indústria e o comércio é essencialmente que a agricultura produz as matérias-primas e tudo aquilo que é necessário para todas as outras actividades<sup>14</sup>. A agricultura alimenta toda a gente, incluindo os que trabalham na indústria e no comércio, visto ser a única a poder produzir mais alimento que aquele que é requerido para a sua subsistência. Inversamente, a esterilidade do comércio e da indústria provém do facto destas actividades não fazerem, segundo os fisiocratas, mais do que transformar os bens cujo valor de troca foi fixado por outra via. A riqueza de certos interme-

13 Entre as leis naturais, cuja evidência deve assegurar o conhecimento, figura a liberdade, o que implica a abolição e a ausência de regulações sobre todos os mercados, o primado da concorrência sobre o mercado do trabalho, assim como no comércio interno e externo, a liberdade de escolha na forma como dispender os rendimentos. A propriedade faz igualmente parte da ordem natural das sociedades, quer a da terra como a do capital empregue na agricultura.

14 Entendido no vasto sentido do conjunto das produções «primárias». Os fisiocratas consideravam como produtivas, não somente a cultura do solo mas todas as actividades ligadas directamente à agricultura, tais como «as pradarias, as pastagens, as florestas, as minas ou as pescas».

diários não é uma prova da sua produtividade: pelo contrário, esta resulta de trocas desiguais devidas aos seus «privilégios de exclusivo», quer dizer, em definitivo, a violações da ordem natural.

A concepção fisiocrática é fundamentalmente a de uma agricultura a longo prazo ajustando-se em torno das leis constituintes de uma ordem natural. Por um lado, há nos fisiocratas identidade de natureza entre as leis físicas da matéria e as leis que regem as sociedades humanas. Deste modo «haveria unidade do mundo da matéria e do mundo humano: a ordem natural associaria matéria e leis cujas características e alcance seriam idênticos» (Passet, 1979, p. 38). Por outro lado, o principal obstáculo que aparece, por exemplo, no *Quadro Económico* de Quesnay é um obstáculo de reprodução a longo prazo do produto físico agrícola. «A imagem da economia que ressaí desta abordagem é a de uma actividade regida por leis naturais que põe em movimento fluxos físicos e que só se pode perpetuar através da reprodução de um meio natural, independentemente do qual não poderia ser analisada», escreve a este propósito Passet (1979, p. 38). Os homens devem subordinar a sua actividade a estas leis físicas, a fim de se assegurarem da reprodução da riqueza e, para além disso, da sua sobrevivência e da sua própria reprodução. Porém, a contrapartida desta submissão à ordem natural física das coisas é a existência do «dom gratuito da natureza», ou seja do produto líquido da agricultura. O sistema político deve pois ter como papel tornar a economia conforme às leis da natureza<sup>15</sup>.

Deste modo, vê-se perpetuar, de Aristóteles aos fisiocratas, a mesma tradição de uma natureza de essência metafísica, culminando numa noção da ordem natural à qual convém que o homem se submeta, inclusivamente nas suas actividades económicas.

## 1.2. UMA CONCEPÇÃO NATURAL DA MORAL ECONÓMICA: DE ARISTÓTELES À CORRENTE «HUMANISTA»

Na *Ética de Nicomaco*, Aristóteles aborda os problemas económicos sob o prisma ético. Para si, a interdição de lesar alguém, preceito moral fundamental, reencontra-se na troca sob a forma do seu carácter necessariamente equilibrado. Levado mais longe, este princípio está na base da concepção *comutativa* da justiça desenvolvida por Aristóteles. Esta implica que se possa substituir na troca um participante por um outro, sem que lhe sejam alteradas as condições e os resultados.

Foi já citada a célebre distinção aristotélica entre a crematística e a economia, que atribui unicamente a esta última, fundada na satisfação

15 «Mais que qualquer outro, trata-se de um sistema de pensamento que concebe a economia política como uma ciência, ciência tanto da natureza como do homem, ou, mais exactamente, ciência do homem conformando-se com prescrições naturais.» (Barrère, 1974, p. 165)

das necessidades do homem, o qualificativo de «natural». Esta ideia teve uma grande influência sobre o pensamento medieval europeu, particularmente entre os escolásticos como São Tomás de Aquino. Estes, tentando uma síntese entre o *corpus aristotélico* e a teologia cristã, efectuaram uma leitura essencialmente ética do pensamento naturalista de Aristóteles. A proibição do empréstimo a juros, a má consciência perante o lucro, o relativo descrédito das actividades comerciais, são consequências da condenação da crematística por Aristóteles.

A concepção aristotélica da justiça *produtiva* será também conservada. As instituições sociais permitem a cada um satisfazer as suas necessidades elementares através da sua participação na produção<sup>16</sup>. A reflexão a respeito do «preço justo» permitiu insistir nas condições necessárias para que a troca possa satisfazer as exigências da justiça comutativa: ausência de fraude na troca, respeito pelos contratos feitos, transparência da informação disponível para todos, acesso de todos, sem discriminação, à troca. O debate sobre o aspecto normativo do «preço justo», a saber, a que nível fixá-lo, juntou-se rapidamente ao debate acerca da fixação de um «lucro normal», referindo-se ao debate ético acerca da utilização deste lucro (por exemplo, em obras religiosas ou de caridade). Tudo isto irá constituir durante muito tempo as posições da Igreja católica em matéria económica.

Esta corrente, que faz da satisfação das necessidades humanas – e particularmente das dos mais pobres – a finalidade da economia e que insiste nos motivos altruístas no comportamento dos indivíduos, tornar-se-á minoritária, ao mesmo tempo que uma ciência económica com base no postulado do egoísmo dos indivíduos se tornará autónoma<sup>17</sup>.

Contudo, esta corrente parece ter influenciado a abordagem humanista, igualmente crítica da economia política, que se desenvolveu no seguimento da obra de Sismondi (1819). Este último, por exemplo, ergueu-se, em nome da ética, contra a colonização ou o trabalho infantil e preconizou sistemas de segurança-desemprego ou de segurança-acidentes de trabalho. Face à miséria do século XIX e à não satisfação das necessidades das massas trabalhadoras, pedia à economia política que «garantissem o desenvolvimento do homem, e de todos os homens» (Sismondi, 1819, vol. 2, p. 141). Para ele «a humanidade devia ser posta de sobreaviso contra (...) o erro que consiste

16 Existe uma terceira grande concepção de justiça, a justiça *distributiva*, que consiste em redistribuir os benefícios provenientes do funcionamento de um sistema económico entre os membros desse sistema, a fim de assegurar uma vez mais a cobertura das necessidades essenciais. Esta concepção não se encontra presente em Aristóteles, mas será desenvolvida pela filosofia cristã, a partir da época medieval, com a virtude da caridade.

17 Charles L. Schultze, da Brookings Institution, declara, por exemplo: «Os dispositivos de tipo mercantil reduzem a necessidade de compaixão, de patriotismo, de amor fraternal e de solidariedade cultural como forças que possam motivar uma melhoria social. Poder apoiar-se no motivo de base do egoísmo para promover o bem comum é talvez a mais importante invenção social jamais feita pela humanidade.» (Citado por Daly e Cobb, 1989, p. 139.)

em identificar o bem comum com a riqueza, abstraindo-se dos sofrimentos dos seres humanos que a criam» (Sismondi, 1819, vol. 2, p. 141). No século XX, Schumacher (1977) insiste na hierarquia, que coloca o homem numa posição especial em função das suas necessidades particulares (morais, culturais, espirituais), as quais se situam a um nível distinto do das necessidades dos outros elementos da natureza. Ele censura também Pareto por «recusar reconhecer a hierarquia dos níveis da existência e, logo, por não poder encontrar outra diferença que não uma diferença de “complexidade” entre uma pedra e um homem».

Proveniente, tal como o naturalismo metafísico, do pensamento aristotélico, a moral natural, para além das correntes de que se acaba de falar, não teve mais influência directa que o primeiro sobre a análise económica contemporânea dos recursos naturais e do meio ambiente.

Primeiramente, a ética, assunto presente tanto em Aristóteles como nos humanistas, de Sismondi a Schumacher, diz principalmente respeito à equidade intrageracional. A sua importância é, obviamente, inegável na óptica do «desenvolvimento sustentável», permanecendo porém insuficiente, já que a dimensão intergeracional se encontra aí ausente, por falta de integração do factor tempo. Por outra via, de modo bastante paradoxal, a tradição «humanista» pode revelar-se em oposição total, deste ponto de vista, com a visão do mundo oriunda das ciências naturais e da biologia. Assim, a acreditar em Lutz (1992, p. 103), deve-se reter entre os princípios fundamentais<sup>18</sup> da economia humanista «uma epistemologia que rejeita o naturalismo, entendido como a doutrina que sustém que as ciências naturais podem explicar todos os fenómenos deste género». Nestas condições, parece normal que esta abordagem não tenha influenciado verdadeiramente as correntes contemporâneas de análise económica dos recursos naturais e do meio ambiente. Entretanto, pode assinalar-se que certos preceitos de Daly dependem nitidamente da problemática da economia humanista, mas que são enunciados num quadro analítico que privilegia a equidade intergeracional (Daly e Cobb, 1989).

### 1.3. O PARADIGMA «NATURICISTA» FACE À ÉTICA: DE GAIA À DEEP ECOLOGY

Quanto à influência do paradigma «naturicista» de Aristóteles, esta reencontra-se hoje, mas apenas em parte, e junta a considerações morais, em duas correntes que afirmam, uma como outra mesmo que de modo diferente, a proeminência da natureza sobre as actividades humanas.

18 Lutz (1992), para além do princípio citado, fixa como características da economia «humanista»: «(1) uma orientação normativa que rejeita a economia positiva pura, (2) uma norma de bem-estar expressa explicitamente em termos de bem-estar humano, mais do que bem-estar “económico” ou “social”, (3) a hipótese ética *a priori* da igualdade dos homens.»

A primeira corrente, a hipótese Gaia, para retomar a denominação utilizada pelo seu fundador, Lovelock, entende tirar a lição da chegada dos problemas ecológicos ao estágio planetário e considera a terra como um imenso organismo capaz de reacções de adaptação que ultrapassam a acção do homem. Desta forma, esta visão «geocêntrica» situa-se na linha de pensamento naturalista que atribui à natureza a primazia sobre o homem. A ideia fundamental de Gaia é que a terra representa algo que ultrapassa em importância os grupos humanos que aí vivem: a terra é, ela própria, um gigantesco organismo vivo (de onde o seu nome Gaia, tirado do da deusa grega da terra), capaz de se auto-regular e de se ajustar por si só aos choques exógenos.

Nesta perspectiva, os seres humanos, mesmo que possam estar na origem dos choques sofridos pelo planeta (através das poluições, especialmente as poluições globais, ou através dos ataques à diversidade biológica) são, finalmente, de pouca importância na auto-regulação de Gaia. No fundo, existe aí uma perspectiva sistémica que não evita inteiramente uma determinação de tipo teleológico: como todo o sistema, Gaia tem como principal finalidade assegurar a sua própria sobrevivência através de uma regulação. No limite, o homem, que não é senão uma ínfima parte de Gaia, bem poderia arcar com as despesas desta regulação e desaparecer para sempre, se estivesse em causa a sobrevivência de Gaia. Como escreve Lovelock: «No passado sucedeu, por vezes, que as condições de vida sobre o planeta mudaram bruscamente, e isso poderia muito bem reproduzir-se. Gaia e a vida seguiriam o seu curso, mas talvez sem nós.» (Lovelock, 1979.)

O problema essencial colocado por Gaia é o da acção humana. É evidentemente possível defender que o homem se pode desinteressar da sua acção sobre o planeta, já que este se auto-regula sem a sua participação e assegurará a sua sobrevivência, nem que seja à custa do desaparecimento da espécie humana<sup>19</sup>. Pode igualmente pensar-se que o homem não pode correr semelhante risco. A hipótese Gaia, fazendo reconhecer que os mecanismos que asseguram a estabilidade do meio ambiente, embora sendo robustos, não são invulneráveis, acentuaria assim a necessidade, para o homem, de «ajudar Gaia», ou seja, evitar as alterações fúteis de consequências mal medidas e de, em vez destas, preferir alterações construtivas do ponto de vista da estabilidade. Encontrar-se-ia aí uma maneira plena de bom senso de «nos reconciliarmos com a natureza».

A segunda corrente, mais frequentemente caracterizada pelo termo anglo-saxónico *Deep Ecology*, e que não deve ser confundida com a ciência da ecologia, articula-se principalmente em torno de considerações éticas aplicadas a todos os elementos da natureza, e não apenas ao homem, e

19 Este é o sentido da interpretação «liberal» de Gaia, desenvolvida, por exemplo, em França, por Sorman (1989), no seu comentário de uma conversa com Lovelock. Visto que Gaia se regula tão bem sozinha, é inútil conduzir qualquer política activa em favor do meio ambiente, particularmente global.

desemboca geralmente em posições conservacionistas extremamente rígidas. É também o aspecto não antropocentrado ou, mais precisamente, «biocentrado» desta concepção que nos faz aproximá-la de todas aquelas que insistem no primado da natureza sobre o homem.

O termo *Deep Ecology* designa a concepção filosófica do mundo, uma «ecosofia», diriam alguns (Naess, 1990), fundada sobre o primado do valor da natureza. Devall e Sessions (1985) propuseram, para caracterizar este movimento de pensamento, oito princípios de base que tomam o valor de manifesto:

«1. O bem-estar e o desenvolvimento da vida humana e não humana sobre a terra possuem um valor por si mesmos (sinónimos: valor intrínseco, valor próprio). Estes valores são independentes da utilidade do mundo dos não humanos face a fins humanos.

2. A riqueza e a diversidade das formas de vida contribuem para a realização destes valores e representam igualmente valores por si mesmas.

3. Os humanos não têm qualquer direito a reduzir esta riqueza e esta diversidade, excepto para satisfazer necessidades *vitais*.

4. O desenvolvimento da vida e das culturas humanas é compatível com uma diminuição substancial da população humana. O desenvolvimento da vida não humana requer tal diminuição.

5. A actual interferência humana com o mundo dos não humanos é excessiva e a situação agrava-se rapidamente.

6. As políticas devem portanto ser alteradas, quer afectem estruturas de base económicas, tecnológicas ou ideológicas. A situação económica que daí resultará será profundamente diferente da situação actual.

7. A alteração ideológica consiste principalmente em apreciar a *qualidade de vida*, em vez de aderir a um padrão de vida continuamente crescente. Haverá uma profunda consideração da diferença entre «mais» e «melhor».

8. Aqueles que subscrevem os pontos precedentes têm a obrigação de procurar, directa ou indirectamente, operar as alterações necessárias.»

Esta tende assim a conferir direitos morais às espécies não humanas, com a ambição de pôr fim ao programa de dominação da natureza pelo homem que decorre no Ocidente desde Francis Bacon, para conduzir, por fim, segundo aquela, a uma abordagem «não conflitual» das relações entre o homem e a natureza.

Em ambas estas concepções, a questão trata-se de «revelar o Plano da natureza» a fim de «estabelecer uma acção directa entre as tácticas e a estratégia do Homem e a acção da natureza» (O'Riordan, 1971). Esta é a ideia de que quem decide, tal como o déspota iluminado caro aos fisiocratas, deve respeitar o plano óptimo de disposição das actividades humanas ditado pelo «Plano da natureza» (McHarg, 1966, 1969). Este refere-se implicitamente a uma superioridade da ordem natural sobre a ordem pretendida pelo homem. Como escreve Commoner (1972): «É a natureza que tem sempre razão.»<sup>20</sup> Esta abordagem tende a ser particularmente

20 Trata-se da terceira lei da ecologia segundo Barry Commoner (1972).

reducionista visto que afasta qualquer consideração económica ou social<sup>21</sup>. As relações entre o meio ambiente e a economia ou a sociedade são apreendidas através de critérios unicamente ecológicos.

Quanto à ética em causa, trata-se, antes do mais, de uma busca de equidade com os não humanos, logo de considerações não utilitaristas e não antropocêntricas. A natureza deve ser preservada por si mesma e não para satisfazer o bem-estar das gerações presentes ou futuras. O meio ambiente possui, segundo os adeptos da *Deep Ecology*, um valor intrínseco separado de qualquer uso, mesmo futuro.

Devall e Sessions (1985), por exemplo, vão muito longe na sua afirmação do valor intrínseco, visto que postulam a *igualdade dos valores intrínsecos*, aquilo a que chamam «a igualdade biocêntrica»: «todas as coisas presentes na biosfera tem igual direito a viver e a expandir-se, e a alcançar as suas formas individuais de desenvolvimento e de realização, graças à tomada de consciência de que, a uma vasta escala, todos os organismos e entidades da ecosfera, enquanto partes interligadas de um todo, são iguais em valor intrínseco.»

O valor intrínseco é um conceito biocentrado que reconhece obrigações éticas a respeitar para com os ecossistemas enquanto tais<sup>22</sup>. O único fundamento possível de um valor intrínseco dos elementos naturais é, com efeito, que o conjunto dos elementos não humanos se tornam sujeitos de direitos (e já não apenas *objectos* de direitos humanos<sup>23</sup>). Por via de consequência, deixando o fundamento do direito à existência dos não humanos de ser utilitarista, para passar a ser ético, conviria que a actividade económica não provocasse danos às outras formas de vida terrestre, qualquer que seja a utilidade que estas formas tenham para ela. Esta concepção exclusivamente ecológica vai evidentemente contra as abordagens antropocentradas nas quais a preocupação de preservação dos recursos naturais não se manifesta senão em função da utilidade que estes apresentam para o homem<sup>24</sup>. Assim, a natureza, o conjunto das espécies (animais,

21 Pode-se, a este respeito, citar Daly (1991, p. 215): «O reducionismo ecológico começa com a importante observação segundo a qual a economia humana não está isenta das leis que governam os sistemas naturais.»

22 Determinados defensores da *Deep Ecology* chegam ao ponto de considerar o antropocentrismo utilitarista como uma forma de «especismo» («speciesism»), termo que se reveste, de acordo com estes autores, da mesma conotação «repugnante» (Nash, 1989) que o racismo ou o sexismo. Esta teoria alargada da justiça, que concebe a natureza como detentora de direitos, afirma que a exploração da natureza é tão condenável como a exploração dos seres humanos.

23 A teoria dos direitos de propriedade, que é parte integrante da teoria económica neoclássica, só atribui direitos aos agentes económicos que podem (devem) possuir as coisas com que realizam a troca, reduzindo-se esta última a uma troca de direitos exclusivos e transferíveis.

24 Isto impede, segundo nós, qualquer aproximação entre os autores desta corrente e os adeptos do crescimento zero ou do estado estacionário, que, como se verá, têm uma visão fundamentalmente antropocêntrica das relações homem/natureza, contrariamente àquilo que avança Nordhaus (1992).

plantas...), os ecossistemas, têm um direito à existência autónoma e independente de qualquer apreciação utilitarista.

Nesta perspectiva, «o desenvolvimento sustentável definir-se-ia como um desenvolvimento que não comportasse nenhum prejuízo para as outras formas de vida terrestre», tal como o faz notar Hatem (1990), o que pode parecer, pelo menos, uma visão extremamente reducionista.

Assinale-se, enfim, que o tempo apreendido é o da eternidade da natureza, o que, evidentemente, se reveste de pouco interesse quanto ao tratamento da irreversibilidade ou da incerteza. Quanto à hipótese de racionalidade à qual faz apelo, esta é de natureza *optimizante* mas constitutiva de uma verdadeira racionalidade ecológica que se supõe presente ao nível do próprio indivíduo. Ora, tal como Daly (1991a, p. 216), pode duvidar-se do facto de que os sistemas económicos e naturais maximizem a mesma função-objectivo. O aspecto reducionista deste procedimento foi várias vezes sublinhado (Martinez Alier, 1987; Faucheux, Froger, Noël, 1993) e é evidente que uma abordagem que abandonasse assim todas as considerações económicas e sociais não seria capaz, por si só, de estabelecer a decisão em matéria de gestão dos recursos naturais e do meio ambiente. Ademais, nenhuma corrente propriamente económica aqui se reclama, e é por esta razão que não nos demoraremos mais com esta corrente no decurso desta obra.

## 2. O UNIVERSO DA MECÂNICA: A NATUREZA «ECONOMICIZADA»

Definir uma coisa, como o faziam Aristóteles ou os escolásticos, através daquilo para o qual ela tende (a sua forma), é expor-se a não poder defini-la quando se quer, e o caso é frequente que ignoramos aquilo para o qual ela efectivamente tende. É também cair inevitavelmente numa concepção finalista, segundo a qual se verá na natureza em geral um conjunto de *objectos* intencionalmente ordenados em direcção a um determinado fim, e daí na teologia, visto que só um Deus onnipotente pôde ter produzido semelhante ordenação.

A descoberta da mecânica na idade moderna (por Galileu, Descartes, Newton) é, antes do mais, um recuo do finalismo<sup>25</sup>. A natureza de uma coisa já não é a sua forma orientada para o seu fim mas a sua estrutura, ou seja, uma relação determinada entre grandezas mensuráveis. Passa-se assim de uma interpretação fundamentalmente qualitativa do universo e da natureza à sua apreciação quantitativa. A mecânica vai substituir um mundo de movimento heterogéneo de

25 Ela é também unificação do objecto da ciência. Corpos celestes e mundo sublunar deixam de ser explicados por princípios diferentes e estão, doravante, tanto um como outro, na dependência da explicação mecanicista.

qualidades e de virtudes por um mundo unificado e quantificado, de movimento homogêneo e reversível.

O instrumento deste novo conhecimento quantitativo é a razão, tal como o irá mostrar Descartes<sup>26</sup>. Para ele, conhecer a natureza é considerá-la como um objecto exterior ao sujeito pensante, separado de toda a conotação espiritual ou ética. É este distanciamento que conduz a uma alteração radical na relação entre o homem e a natureza.

Este leva a opô-las e produz de facto uma depreciação de uma natureza cujo funcionamento geométrico e mecânico só é interessante conhecer na medida em que este é útil ao homem. É este o sentido da célebre expressão de Descartes no *Discurso do Método*, pela qual ele atribui ao conhecimento o objectivo de tornar os homens «senhores e possesores da natureza»<sup>27</sup>.

Com a descoberta de Newton, em 1687, da atracção universal, nasce a mecânica newtoniana ou mecânica racional, cujo paradigma vai dominar o conjunto da ciência até ao século XIX. Desde então, o projecto cartesiano, que consiste em não mais se sujeitar cegamente às leis impostas pela natureza, mas em tentar compreendê-las, vai organizar-se em torno de uma lei única, a lei da gravitação universal, suposta organizar o universo inteiro, do mundo do inanimado ao do vivo, e assegurar o seu equilíbrio. Segundo esta, para o conjunto do universo existe uma só trajectória, repetitiva, reversível e determinada de antemão. A auto-regulação deste universo é total, assim como a sua estabilidade. Mesmo que este sofra, num qualquer ponto, uma perturbação momentânea, volta imediatamente e fatalmente ao equilíbrio. A sua posição, como, paradoxalmente, o seu movimento, encontram-se imobilizados para sempre. Trata-se, de facto, de um modelo estático que supõe a reversibilidade do tempo e que exclui qualquer possibilidade de evolução<sup>28</sup>. No início do século XIX, Laplace sublinhava ainda, a fim de caracterizar a apresentação do universo contida nos *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* de Newton, que o «verdadeiro sistema do mundo» é o de um relógio. O tempo que este relógio mede é o mesmo do universo. Não é um tempo

26 Para Descartes, a explicação geométrica e mecânica do mundo termina na alma humana (mas não no corpo humano, perfeitamente assimilável a uma máquina) e em Deus. Em contrapartida, para Espinosa, não existe nenhum limite para a explicação através das leis da razão.

27 Para Espinosa, pelo contrário, é tão vão pretender dominar a natureza como pretender obedecer-lhe. Com isso, opõe-se duplamente ao preceito de Francis Bacon: «Só se comanda a natureza obedecendo-lhe.»

28 «Os planetas e os astros percorrem eternamente as mesmas elipses. Quando se conhece a posição de um astro e a lei do seu movimento, pode dizer-se onde este se encontra e onde este se encontrará, não importa em que data do passado ou do futuro. Em cada momento da história, apenas um estado do mundo é possível. O presente resulta dos estados pelos quais este mundo passou anteriormente, e os estados pelos quais ele passará no futuro resultam inteiramente do presente. Logo, cada instante contém toda a eternidade.» (Passet, 1986.)

histórico, é um tempo mecânico; bem se pode dizer que não é outro senão uma evolução espacial, uma «ordem do desenrolar dos acontecimentos». Pode-se, aliás, recordar a célebre definição dada por Newton: «O tempo absoluto, verdadeiro e matemático, em si mesmo e pela sua própria natureza, flui uniformemente sem relação com nada de exterior, e com um outro nome chamado duração<sup>29</sup>.» Mesmo se, para nós, o relógio aparenta claramente ser o símbolo do tempo que passa, note-se contudo que o seu ponteiro não faz mais que percorrer um espaço – o mostrador – que se volta a fechar sobre si próprio (Faber, Niemes, Stephan, 1987; Vivien, 1991). O tempo é cíclico e nós encontramos-nos, de facto, no tempo da reversibilidade e do eterno retorno<sup>30</sup>.

A influência deste paradigma sobre a análise económica clássica e, de seguida, sobre a neoclássica vai conduzir a uma apreensão «económica» da natureza, da qual se poderá compreender todas as consequências através da análise dominante da economia dos recursos naturais e do meio ambiente.

## 2.1. A INFLUÊNCIA DO PARADIGMA MECANICISTA NOS FUNDAMENTOS DA ANÁLISE ECONÓMICA DOMINANTE

A supremacia deste paradigma mecanicista influencia fortemente as teorias económicas contemporâneas. Estas vão procurar descobrir, sobre o modelo newtoniano, a lei que governa a economia, tornando assim autónoma a esfera económica. Este percurso faz-se em várias etapas. Após se ter emancipado da religião ou, mais exactamente, do divino, a economia procurou subtrair-se ao político e depois à moral. A independência relativamente ao político encontrou os seus fundamentos nos trabalhos de Locke, que, como o explica Dumont (1977, p. 82), substituiu «pela primazia da relação do homem com as coisas (...) a primazia das relações entre os homens». A insubmissão à moral tornou-se possível após a *Fable des abeilles* de Mandeville, para quem o indivíduo não tinha que definir o seu comportamento em função da sociedade, mas unicamente em função do seu próprio interesse. O económico tornou-se verdadeiramente autónomo com Smith, o qual, graças à mão invisível, uma metáfora que designa o mercado, dotou o económico de uma «ordem natural» específica, separada das suas dependências anteriores perante o divino, o político e a natureza. Esta metáfora permitiu a Smith e aos seus sucessores isolar uma série de princípios fundamentais reguladores do comporta-

29 Citado por Prigogine e Stengers (1979, p. 29).

30 Georgescu-Roegen (1979, p. 29) escreve a este respeito: «Basta-nos observar que, a partir da epistemologia mecânica, o universo passa a ser um enorme sistema dinâmico. Por conseguinte, não se desloca em nenhum sentido particular. Como um pêndulo, este pode deslocar-se igualmente bem no sentido oposto sem, no entanto, violar qualquer princípio da mecânica.»

mento económico, do mesmo modo que a física newtoniana tinha fornecido uma série de princípios que explicavam o movimento dos planetas. Pouco a pouco, estes princípios fundamentais tornaram-se hipóteses, implícitas mas jamais postas em causa, que explicavam em termos últimos o funcionamento ou o não funcionamento do conjunto do sistema económico (Underwood e King, 1989).

Todavia, mesmo se os clássicos estabelecem uma distinção entre aquilo que pertence à natureza e o que depende do económico, biosfera e esfera económica não são contudo independentes. Com efeito, tal como se verá na próxima secção, a primeira alimenta a segunda no seio da sua teoria da produção.

Em meados do século XIX, a mecânica newtoniana conhece um renascimento graças a Hamilton, o qual, desde 1834, tinha completado o trabalho de Lagrange, tendo como resultado uma fórmula geral de maximização<sup>31</sup>. É esse o momento escolhido pelo pensamento neoclássico para aderir explicitamente e o mais totalmente possível ao paradigma newtoniano<sup>32</sup>. Esta adesão nunca se desdisse e os exemplos disso são numerosos. Walras, por exemplo, afirmará em 1874 nos *Elementos de economia política pura*: «o sistema económico revela-se em todo o seu esplendor e complexidade, um sistema simultaneamente vasto e simples que se assemelha em beleza pura ao universo astronómico.» Em 1892, Fisher tenta quantificar a utilidade marginal: «No seu entusiasmo pela mecânica (...) Fisher faz o obséquio de criar um aparato extremamente complicado, unicamente para demonstrar a natureza puramente mecânica do comportamento do consumidor.» (Georgescu-Roegen, 1971, p. 1.) Numa carta dirigida em 1897 a Fisher, Pareto escreve: «Aqueles que não conhecem, nem as matemáticas nem a mecânica tradicional, não podem compreender o conceito principal do meu livro. As discussões relativas aos termos ofelividade, empreendedores, capital, etc., são exactamente do mesmo tipo das que se encontram, no século passado, em torno do termo força viva em mecânica<sup>33</sup>.»

31 Hamilton quer criar uma álgebra comum à geometria, à óptica, à mecânica e a outros ramos da física. Na base desta formalização encontrava-se o hamiltoniano, que exprime a energia total de um sistema em função das posições  $x$  e das quantidades de movimento  $p$  das suas partículas.

32 «Na história do pensamento económico existe um evento curioso: anos depois do dogma mecanicista ter perdido a sua supremacia em física e o seu ascendente no mundo filosófico, os fundadores da escola neoclássica puseram-se a erigir uma ciência económica sobre o modelo mecânico, a fim de fazer desta, segundo a expressão de Jevons, «a mecânica da utilidade e do interesse individual.» (Georgescu-Roegen, 1979, p. 17.) Ver também Underwood e King (1989).

33 Pareto (1896, p. 298) escreve ainda: «Dirijamos a nossa atenção para o próprio homem, despojemo-lo de um grande número de atributos, negligenciemos as suas paixões, boas ou más, reduzamo-lo, enfim, a uma espécie de molécula que apenas cede à acção das forças da ofelividade. Temos assim uma ciência que se assemelha inteiramente à mecânica racional. Isto é a economia pura.»

Em 1905, Jevons observa: «A noção de valor está para a nossa ciência como a de energia está para a mecânica.» No ano seguinte, Pareto publica o seu *Manual de Economia Política*, no qual se pode ler frases como: «A teoria da ciência económica adquire (...) o rigor da mecânica racional» e «a economia pura é uma espécie de mecânica». Alguns anos mais tarde, Walras volta ao mesmo tema: «A ciência físico-matemática dos *Elementos* utiliza precisamente as mesmas fórmulas que a mecânica racional do equilíbrio da alavanca e das relações entre os corpos celestes (...). Também já assinalámos (as conexões) das forças e singularidades como vectores, por um lado, e as das energias e das utilidades como escalares, por outro lado.» (1909, p. 318.) Em 1915, Slutsky publica um artigo fundamental para a teoria neoclássica do consumidor, onde se encontram as «condições de Slutsky». Trata-se de facto de uma explicação das condições de integrabilidade de um campo de força, já conhecidas em física. Rueff escreverá ainda, em 1967: «a dinâmica é a parte da mecânica que estuda os movimentos nas suas relações com as influências que os provocam (...). A mecânica económica recorre ao mesmo método de explicação<sup>34</sup>.»

A mecânica encontra-se, pois, na base da conceptualização e da formalização, não só da microeconomia, mas igualmente da modelação macroeconómica. O exemplo do hamiltoniano, no cerne da formalização neoclássica e transposto da mecânica para a economia em 1929, por Tinbergen, é a este respeito particularmente elucidativo (Laroui, 1993).

Uma única lei, a da mecânica, parece então reger simultaneamente a natureza económica e a natureza física dos fenómenos. Não obstante, em relação às «visões naturicistas» da secção precedente, a reviravolta é total. Enquanto que, para os fisiocratas, o económico devia submeter-se às leis do universo, com os neoclássicos «a economia vai debruçar-se sobre si mesma e procurar definir as suas próprias leis sem se preocupar com as do universo circundante, visto ser evidente que as suas leis são idênticas» (Passet, 1979). O económico tornou-se unidimensional e o seu procedimento totalmente reducionista. Desta vez, as regulações naturais perderam a sua autonomia e até mesmo a sua existência<sup>35</sup>.

34 Rueff (1967a, p. 17-18). Cf. também Rueff (1967b, p. 69): «Quando nos elevamos ao mundo macroscópico, o carácter descontínuo dos fenómenos individuais desaparece: afundado, por assim dizer, na estatística. As descrições complementares e, de algum modo, reconciliáveis, por corpúsculo e por ordem, por localização espaço-temporal e por estado dinâmico, vêm juntar-se e fundir-se nos moldes harmoniosos da física clássica.»

35 «Efectivamente, reduzir unicamente à sua dimensão monetária e reenviar para os limites da esfera económica fenómenos externos ao mercado, tais como o desregulamento de mecanismos naturais, esgotamento de recursos ou poluições, não é abrir a economia sobre as suas cercanias, mas submeter estas últimas a uma lógica que não é a sua. Trata-se de um reducionismo, atitude que se pode caracterizar pela pretensão de reduzir a lógica de conjunto à dos seus componentes: a matéria ou o social ao económico e o económico a uma simples adição de comportamentos individuais.» (Passet, 1984.)

O mercado surge então, não só como o mecanismo de regulação económica, mas também como o mecanismo de regulação social e, de seguida, como o mecanismo de regulação da natureza. Não se trata do acesso da sociedade à dimensão económica, mas antes da redução da totalidade da sociedade, e mesmo da natureza, ao económico.

## 2.2. CONSEQUÊNCIAS DO PARADIGMA MECANICISTA SOBRE AS ANÁLISES NEOCLÁSSICAS DOS RECURSOS NATURAIS E DO MEIO AMBIENTE

Esta visão mecanicista do mundo acarreta um certo número de consequências, às quais as análises neoclássicas dos recursos naturais e do meio ambiente vão tentar escapar através de artifícios diversos, a fim de responder aos desafios representados pelas quatro características actuais dos problemas do ambiente, a saber, a multidimensionalidade, a dimensão ética, a irreversibilidade e a incerteza.

### 2.2.1. O ABANDONO DAS BARREIRAS ECOLÓGICAS ABSOLUTAS

Precedentemente, viu-se que a abordagem neoclássica pressupõe a soberania da esfera económica através do papel regulador do mercado. Nestas condições, a maioria dos economistas que abordam o meio ambiente e os recursos naturais na tradição neoclássica não cessam de restaurar a confiança nos mecanismos de mercado a fim de garantir o melhor uso possível destes recursos e destes bens do ambiente, à semelhança do que se passa para os outros bens e serviços. O mercado, através das alterações de preços relativos, fornece com efeito um guia apropriado para a concessão óptima dos bens e serviços ambientais.

O receio do esgotamento de recursos naturais dotados de um preço de mercado (energias fósseis, minérios) desapareceria se se deixasse agir sem qualquer intervenção os mecanismos de mercado. À medida que os preços aumentassem, as estratégias de exploração e as investigações tecnológicas seriam simultaneamente estimuladas. Estas últimas permitiriam, não só a substituição entre recursos, como também o aumento da eficácia destes, ou seja, uma diminuição do seu desperdício. Este ponto de vista gerou uma teoria económica da exploração óptima dos recursos naturais, a qual determina uma trajectória óptima do esgotamento dos recursos e permite a continuação do crescimento económico, não obstante o esgotamento de certos recursos naturais (ver a segunda parte, capítulo 3: A teoria dos recursos esgotáveis).

Quanto aos problemas de poluição, estes desapareceriam, à semelhança do desperdício de certos recursos naturais, se lhes fosse criado um duplo mercado, por um lado, para os serviços de absorção dos

poluentes devolvidos pelo ambiente e, por outro, para os recursos naturais actualmente disponíveis. Considera-se aqui que os problemas do meio ambiente provêm do facto de muitos bens e serviços ambientais serem gratuitos. Os exemplos da purificação natural da água, das funções protectoras dos paus costeiros, da diversidade biológica numa floresta tropical ou ainda da função protectora da camada de ozono resultam desta categoria. A análise económica elementar do mercado ensina-nos com efeito que, em razão da lei da oferta e da procura, um bem de preço nulo será objecto de uma procura mais forte do que se tivesse um preço positivo. A figura 1.1, mais abaixo, mostra a procura  $P$  de serviços naturais do meio ambiente. Se estes serviços tivessem um preço, a procura seria tanto mais elevada quanto este preço fosse baixo. No que respeita à oferta, esta é em geral considerada fixa. É representada pela recta de oferta vertical  $S$ . Se houvesse um mercado para estes serviços ambientais, o preço estabelecer-se-ia em  $P^*$  – o preço de equilíbrio – e o montante dos serviços ambientais utilizados seria  $Q^*$ . Mas, de facto, a ausência de mercado para estes serviços ambientais significa que o preço é zero e a quantidade consumida  $Q_0$ . São, portanto, consumidos «demasiados» serviços ambientais. Mesmo ao preço  $P^*$ , nada garante que o ambiente não seja degradado.

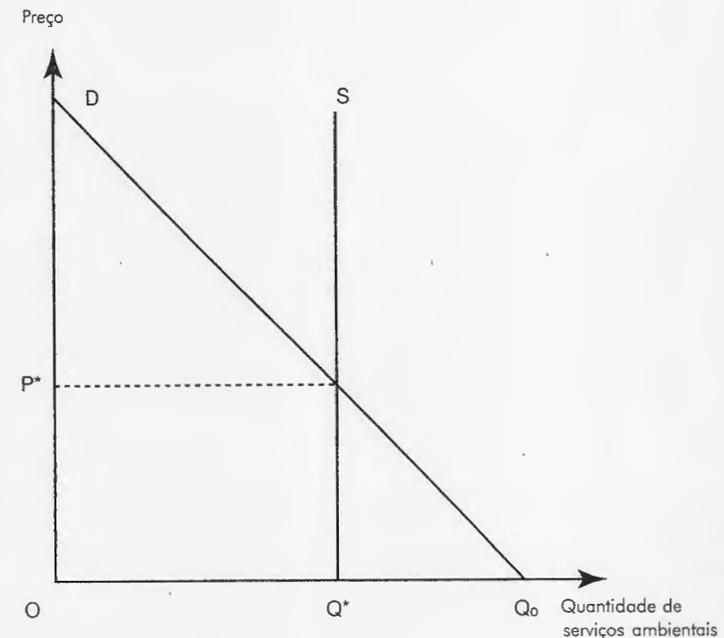


Figura 1.1 – Problemas ambientais resultantes da ausência de mercado

Ora, o perigo aqui é que, se a procura cresce, ultrapassa a capacidade dos bens e serviços ambientais para a satisfazer. Por outras palavras, pode ocorrer uma sobreexploração dos recursos ou das capacidades de absorção da biosfera. Por exemplo, enquanto a camada de ozono foi tratada como um recurso de preço nulo, nunca houve incitação para a proteger.

Logo, a solução é atribuir um preço a estes bens e serviços ambientais, o que pode ser feito por diferentes métodos, ou encontrar processos sociais tais como o princípio «poluidor-pagador», o qual permite avaliar monetariamente o custo da sobreexploração de certos recursos naturais ou o da poluição. Daí resulta toda a problemática da avaliação dos bens e serviços ambientais, assim como da «internalização» dos efeitos externos», que conduz à realização de um *optimum* de poluição que iguala o custo social marginal do prejuízo e o custo marginal de redução da poluição (ver a terceira parte, capítulos 6, 7, 8).

Tal perspectiva volta de facto a considerar que as barreiras ecológicas à economia nunca são absolutas. Esta resulta portanto de uma visão fundamentalmente optimista quanto às possibilidades de progresso técnico e de substituição (Costanza, 1989). Ela afasta todo o risco para o ambiente natural de obstruir prolongadamente a esfera económica. A partir daí, o crescimento pode prosseguir indefinidamente (Beckerman, 1972a).

## 2.2.2. UMA ÉTICA FUNDAMENTALMENTE ANTROPOCÊNTRICA, UTILITARISTA E «PRESENTISTA»

Nos seus próprios fundamentos, a abordagem económica dominante liberta-se de qualquer preocupação moral ou ética. A lição de Smith, segundo a qual a procura do interesse individual conduz automaticamente ao interesse geral, é bastante. O mundo é concebido como um conjunto atomista de compradores e vendedores, todos do tipo *homo economicus*, empenhados num comportamento egoísta com o intuito de melhorar o seu bem-estar individual. Deste modo, cada qual é «conduzido por uma mão invisível a cumprir um objectivo que não entra de modo algum nas suas intenções» (Smith, 1776, vol. 2, p. 43), sendo este objectivo o bem-estar geral.

Os problemas começaram a surgir logo que se tratou de demonstrar rigorosamente a afirmação de Smith. Tal foi o objectivo que se atribuiu a teoria do bem-estar (*welfare economics*), versão normativa da teoria neoclássica. Esta teoria, cujos iniciadores foram Pareto, no começo do século XX, e Pigou, nos anos 20, constitui o quadro analítico no qual os economistas neoclássicos do meio ambiente desenvolveram a noção de *externalidade*. Os dois primeiros teoremas fundamentais da economia do

\* *Internalisation*, no original. A fim de manter o sentido do neologismo – «tornar interno» – optou-se pela tradução literal. (N.T.)

bem-estar estabelecem, respectivamente, a *optimalidade*\* paretiana do equilíbrio concorrencial e a possibilidade de atingir qualquer repartição óptima desejada com a ajuda do mecanismo de mercado, completado por transferências adequadas. Pelo contrário, o terceiro, ou teorema de Arrow (1963), mostra a impossibilidade para uma função de bem-estar social correctamente definida<sup>36</sup> de cumprir simultaneamente as condições do estado óptimo paretiano, de universalidade, de neutralidade-independência-monotonicidade e de ausência de ditadura. Uma vez mais, vê-se a teoria neoclássica tropeçar nas considerações de justiça e de ética: se é possível demonstrar que concorrência e *optimum* se encontram bem ligados, os pareceres acerca da repartição e dos processos de escolha entre estas repartições dão lugar a impossibilidades ou a paradoxos (ver a terceira parte, capítulo 5).

A análise custo-vantagem, instrumento de apoio à decisão privilegiada pela análise económica do meio ambiente dominante, inscreve-se igualmente nesta perspectiva neoclássica. O fundamento utilitarista desta análise permite-lhe tentar uma comparação dos ganhos e das perdas. Esta versão do utilitarismo implica que cada indivíduo maximize a sua própria utilidade, o que conduz (sob determinadas condições restritivas às quais ulteriormente voltaremos) ao máximo de bem-estar para a totalidade do sistema económico e a dadas distribuições de rendimento e de riqueza. O objectivo «ético» consiste, em última análise, em maximizar a utilidade total líquida, ignorando o significado da distribuição resultante dos ganhos e das perdas, ou seja sem se preocupar em saber quem suporta os custos ou beneficia dos lucros. De facto, como se vê, está ausente qualquer consideração de equidade. O meio ambiente é considerado como uma colecção de bens e serviços possuidora de um valor «instrumental» para os homens. Isto significa que os bens e serviços ambientais apenas possuem valor em função da sua utilização, directa ou indirecta, pelo homem. É por isso que a abordagem económica convencional dos recursos naturais e do meio ambiente é simultaneamente utilitarista e antropocêntrica.

Quando se trata de atribuir um valor aos bens e serviços ambientais livres, este deve ser medido por meio das preferências individuais. Os indivíduos são supostos exprimir estas preferências comunicando as avaliações da sua adesão a pagar bens e serviços ambientais num mercado efectivo ou fictício. O valor de um bem ou serviço ambiental não é então senão função do uso efectivo que dele é feito pelo indivíduo. No entanto, a noção de valor de opção (Weisbrod, 1964), exprimindo o consentimento de um indivíduo em pagar pela sua eventual utilização do meio ambiente no futuro, é acrescentada ao valor de uso directo por um determinado número de autores da economia convencional do meio ambiente. Estabeleça-se desde já que a in-

36 Quer dizer, consistindo numa transformação das relações de preferência individuais numa relação de preferência social completa e transitiva.

\* Do francês *optimalité*, derivado de *optimal* (ótimo, ideal). A fim de manter o sentido, conservou-se o neologismo. (N.T.)

rodução deste valor não obtém unanimidade no seio da escola neoclássica (Favereau, 1991). Se a integração do valor de opção enfraquece a hipótese de «forte» preferência pelo presente, subjacente à ética utilitarista, este não favorece contudo o aparecimento de uma ética altruísta intra ou intergeracional. O valor de opção, com efeito, está unicamente ligado ao uso futuro pelo indivíduo em questão, e de modo algum ao uso potencial pelas gerações seguintes, ou por um outro indivíduo. O reconhecimento para bens e serviços ambientais de valores de não uso, altruístas para com os humanos (valor de legado, valor de existência) e, mais ainda, para com os não humanos (valor intrínseco), constitui um ponto de ruptura importante entre os autores mais influenciados pelo paradigma mecanicista e aqueles que integraram os ensinamentos dos paradigmas termodinâmicos ou biológicos (Shechter e Freeman, 1993) (ver a terceira parte, capítulo 6.)

A abordagem padrão da economia dos recursos naturais e do meio ambiente considera, em geral, ser impossível conhecer as preferências dos indivíduos das gerações futuras (Toman, 1993). É esta a razão pela qual não nos preocupamos com estas últimas, nem na avaliação dos bens e serviços ambientais, nem no processo de actualização ao qual a análise económica dos recursos naturais e do meio ambiente recorreu frequentemente. Utilizando normalmente uma taxa de actualização positiva, ela atesta a clara preferência dos agentes económicos pelo presente. Este processo é aliás aplicado sem ter em conta a duração de vida do projecto de gestão ambiental ou a distribuição dos custos e dos benefícios no decurso do tempo. Isto implica que os custos e benefícios futuros tenham um peso mais fraco que os custos e benefícios presentes, o que uma vez mais justifica a visão tecnocêntrica e optimista a respeito das possibilidades de progresso técnico ou de substituição. Esta posição favorece em definitivo uma interpretação ética do crescimento económico, sendo este último suposto fornecer benefícios materiais que aumentem a escolha e a satisfação do consumidor e, logo, o bem-estar humano. Resulta daí que as gerações futuras serão supostamente mais ricas e mais capazes de responder à deterioração dos bens e serviços ambientais que herdarão das anteriores actividades económicas dos seus antepassados. Parece pois estar ausente qualquer verdadeira preocupação de equidade intergeracional. Certos filósofos utilitaristas sublinharam mesmo que as gerações futuras poderiam nem sequer existir, o que lhes permite concluir que a geração presente não tem nenhuma obrigação em relação à geração seguinte (Turner, 1991).

Todavia, foi frequentemente assinalado, em particular no quadro da problemática do desenvolvimento sustentável, que a extensão do argumento de impaciência (quer dizer, a clara preferência pelo presente) à dimensão intergeracional atribui à geração actual uma influência tutelar sobre as gerações futuras que parece, intuitivamente, contestável de um ponto de vista ético (Page, 1977, 1983, 1988; Norton, 1982, 1984; Kneese e Schulze, 1985). Numerosos autores situados na pura tradição neoclássica procuraram alternativas àquilo a que se pode chamar o «presentismo» e

tentaram integrar a ideia de obrigação das gerações presentes em relação às gerações futuras. Os fundamentos éticos da teoria neoclássica do meio ambiente foram então enriquecidos com a filosofia contratualista de Rawls (1971). O critério de justiça de Rawls é o do «maximin», consistindo em maximizar a utilidade da categoria da população menos favorecida. Tal regra pressupõe que os indivíduos estão cobertos por um «véu de ignorância» a respeito da sua posição respectiva na sociedade. A variante intergeracional da regra de Rawls estende o «véu da ignorância» a um contexto intertemporal no qual cada geração ignora o período no qual ela se situa. A teoria da justiça de Rawls é invocada como fundamento moral da regra de sustentabilidade do desenvolvimento, segundo a qual as gerações futuras devem ter acesso ao mesmo nível de bem-estar que as gerações actuais, apesar do decréscimo do *stock* de capital natural (Méral, 1995). Logo, basta respeitar a regra de Hartwick (1977, 1978a, 1978b), a qual estabelece que os rendimentos provenientes da exploração de um recurso natural devem ser investidos em activos reproduzíveis capazes de se substituir aos *inputs* de recursos naturais na função de produção. Nestas condições, o critério último de equidade intra e intergeracional reside na manutenção constante, ao longo do tempo, de um *stock* global de capital. A questão é saber o que é que se entende por *stock* global de capital. Efectivamente, a versão mais frágil da sustentabilidade, como faz notar Turner (1993), considera a constância do conjunto do capital tecnológico, humano e natural, enquanto que uma versão mais forte coloca esta condição unicamente sobre o capital natural. Esta divergência constitui uma importante linha de clivagem suplementar entre as abordagens influenciadas pelo paradigma mecanicista e as outras. As primeiras inclinam-se para a manutenção constante do *stock* global de capital ao longo do tempo, o que permite conservar uma visão optimista recorrendo às hipóteses de substituíbilidade entre elementos constitutivos do *stock* global de capital e/ou do progresso técnico<sup>37</sup>. As segundas, como se verá, trazem, segundo as escolas, gradações a este optimismo e optam preferencialmente pela manutenção do *stock* de capital natural (ver a quarta parte).

A ética ligada à teoria económica dominante dos recursos naturais e do meio ambiente, fundamentalmente utilitarista e antropocêntrica, permanece marcada pelo «presentismo». Com efeito, quando esta introduz uma obrigação moral das gerações presentes em relação às gerações futuras (ou mesmo no interior de uma mesma geração) integrando o critério rawlsoniano de justiça, fá-lo de um modo puramente formal visto que, através dos expedientes do mercado ou das possibilidades de substituição e de progresso técnico, são sempre possíveis compensações.

37 Por outras palavras, e tomando o exemplo dos CFC e da camada de ozono, a geração presente pode continuar a emitir CFC até ao desaparecimento total da camada de ozono, na condição de que ela invista suficientemente na investigação a fim de permitir às gerações futuras, que não terão mais camada de ozono, possuir um escudo artificial sobre o planeta que impeça a difusão dos UV!

### 2.2.3. A BREVIDADE, A CONTRACÇÃO E A REVERSIBILIDADE DO TEMPO

Este tratamento ético do intergeracional tem impacto sobre o modo como os economistas dos recursos naturais e do meio ambiente de tradição neoclássica abordam o tempo.

O «presentismo» implica um tempo «breve e contraído» que vai entrar em conflito com o tempo da biosfera. Aquele é breve porque o horizonte de previsibilidade é limitado pela duração de vida do indivíduo. É contraído devido à depreciação do futuro, a qual transparecia particularmente através dos métodos de actualização (Benhaïm, 1993; Norgaard e Howarth, 1991). Isso explica porque 10 anos constituem a duração de uma previsão económica longa, e 30 anos a de uma antecipação ultralonga (Costanza, 1991b). Por outro lado, o optimismo destas abordagens volta a afastar qualquer irreversibilidade ligada aos fenómenos ambientais. Ademais, como fazem notar Godard e Salles (1991, pp. 240-241), o debate em torno do valor de opção produziu «a derrapagem de uma problemática da irreversibilidade absoluta, tal como a destruição de um local único, para uma problemática da reversibilidade, dispendiosa num contexto de mercado».

Ora, este abandono da irreversibilidade, é sabido, encontra-se no próprio cerne do paradigma mecânico e dos fundamentos do pensamento neoclássico. Seria difícil encontrar uma melhor aplicação económica da reversibilidade do tempo própria da mecânica newtoniana que a concepção walrasiana da equilíbrio dos mercados através dos preços<sup>38</sup>. O modelo de equilíbrio geral de Walras é um modelo de economia pura, voluntariamente a-histórico. Aí, é realçada a determinação dos preços de equilíbrio através de um conjunto de ofertas e de procuras simultâneas numa economia a-monetária por um arrematador de leilões. Preço e quantidade resultam de um equilíbrio intertemporal. Os actores económicos têm por finalidade a optimização das suas decisões de produção ou de consumo em função de um registo de letras no qual passado e futuro são conhecidos, o que implica um papel simétrico do tempo, ou seja a sua reversibilidade total. Quanto à irreversibilidade que teria sido introduzida por Debreu (1959), esta não pode ser considerada enquanto tal. Debreu mostra que, se todos os agentes partilharem as mesmas antecipações quanto ao futuro e se basearem as suas decisões numa média, então existe um equilíbrio que não põe em causa a reversibilidade do tempo. A simetria, com efeito, já não é a de um passado (único) com um porvir (único), mas sim a do passado (considerado como uma realização média) com a média dos futuros possíveis. Emana nitidamente deste quadro de análise uma total reversibilidade, no seio da qual o tempo histórico está ausente (Robinson, 1980).

38 «É cómodo estabelecer uma correspondência entre a mecânica racional e a construção walrasiana: a ausência de fricções e a não pertinência da história do sistema constituem duas hipóteses centrais que voltam a postular uma perfeita reversibilidade do equilíbrio. A inversão do sentido de variação de uma qualquer variável exógena permite sem custos um retorno ao equilíbrio anterior.» (Boyer, Chavance, Godard, 1991, p. 12.)

A inversão do sentido de variação de uma qualquer variável exógena permite um retorno sem custos ao equilíbrio anterior.

Acrescente-se que as abordagens ditas dinâmicas, apoiando-se nos Fundamentos da análise económica de Samuelson (1947) e frequentemente utilizadas em teoria económica dos recursos e do meio ambiente (Siebert, 1981, 1987; Stiglitz, 1974), inspiram-se fortemente, também elas, na dinâmica clássica dos sistemas mecânicos. Ora, «a dinâmica clássica é fundamentalmente “a-histórica”. O conhecimento das condições iniciais é bastante para deduzir de dadas leis dinâmicas todo o encadeamento dos estados futuros do sistema. A história e o futuro de não importa qual trajectória estão inteiramente especificadas. Para mais, pequenas alterações nas condições iniciais provocam pequenas diferenças não cumulativas nas trajectórias correspondentes das variáveis de estado, de modo que as trajectórias continuam próximas umas das outras» (Dosi e Metcalfe, 1991, p. 40)<sup>39</sup>. Este tratamento reversível do tempo, onde não é deixado nenhum lugar à incerteza e à imprevisibilidade, encontra-se também no interior dos modelos tradicionais de crescimento (Badhuri, 1985)<sup>40</sup>. No modelo de Solow (1956), o qual constitui a referência na matéria, as hipóteses que tornam possível o crescimento a longo prazo apenas o fazem depender da demografia e do progresso técnico, o que conduz a uma visão optimista de uma equilíbrio automática dos processos económicos. Isto faz dizer a Boyer, Chavance e Godard (1991, p. 16) que «nas teorias do crescimento, a possibilidade de crescimento a longo prazo, para além dos desequilíbrios de curto prazo, anda a par da perfeita reversibilidade das trajectórias seguidas». Ora, os modelos de desenvolvimento sustentável propostos pela abordagem neoclássica padrão, que são, aliás, qualificados pelos seus próprios autores como modelos de «crescimento sustentável», inscrevem-se nesta categoria, fazendo pouca diferença que integrem um factor de produção suplementar, o factor capital natural (Nordhaus, 1992) (ver a quarta parte).

Em suma, pode dizer-se que, na corrente pura da economia neoclássica dos recursos naturais e do meio ambiente, a irreversibilidade é «neutralizada pelo mercado» ou, mais exactamente, afastada.

### 2.2.4. UMA HIPÓTESE DE RACIONALIDADE SUBSTANCIAL

Em 1881, Edgeworth escreve: «A “Mecânica social” bem poderia um dia ocupar um lugar ao lado da “Mecânica celeste”, pontificando cada uma sobre um princípio de maximização.» Do mesmo modo,

39 Na terceira secção ver-se-á que, somente passados cerca de dois decénios, graças à influência do paradigma do vivo sobre o pensamento económico, vê-se aparecer modelos dinâmicos que abordam a irreversibilidade.

40 No decurso da secção seguinte, ver-se-á como, nos anos 80, as teorias do crescimento foram afectadas pela temática da irreversibilidade, fundamental em economia dos recursos naturais e do meio ambiente.

Tinbergen, pai da modelação macroeconómica, inspirando-se na mecânica dinâmica, afirma, em 1929, que todos os problemas económicos podem ser resumidos a uma maximização sob coacção (Laroui, 1993).

Arrow (1974), por seu lado, sublinha que a abordagem neoclássica pode ser caracterizada por dois traços:

- uma coordenação dos comportamentos individuais por meio do mercado;

- comportamentos individuais em matéria de tomada de decisão, cuja racionalidade se limita à optimização.

Ora, estas duas características encontram-se no próprio cerne das abordagens da economia dos recursos naturais e do meio ambiente situando-se na mais pura tradição neoclássica. Não nos debruçaremos sobre a primeira característica, a qual já evocámos prolongadamente. Demorar-nos-emos agora mais sobre a segunda.

No quadro conceptual da análise económica convencional, a hipótese de racionalidade individual identifica-se, é sabido, com a maximização sob coacção de uma função-objectivo. Isto não é outra coisa senão aquilo a que Simon (1976) chamou racionalidade substancial, que coloca em primeiro plano a pesquisa da melhor solução por meio de uma optimização sob coacção. Ora, as soluções provenientes da economia convencional do meio ambiente e dos recursos naturais são em geral óptimos e até mesmo óptimos de primeiro escalão. Por um lado, como foi explicado, não é colocada nenhuma verdadeira barreira que exprima as exigências de reprodução ecológica ou de altruísmo (equidade intra e intergeracional). Por outro lado, os agentes são supostos deter uma informação perfeita em matéria de tomada de decisão. Com efeito, não é deixado nenhum lugar à incerteza não probabilizável, em particular porque está ausente qualquer irreversibilidade. Além disso, o valor de opção é apreendido por determinados membros desta corrente como um prémio contra o risco (Cicchetti e Freeman, 1971). Ora, o risco, contra-riamente à incerteza, é justamente probabilizável. Desde então, está excluída qualquer limitação interna ou externa que não dependa da «natureza das coisas»<sup>41</sup>. Nenhum outro objectivo é concebível excepto o da maximização da utilidade ou do lucro, numa perspectiva microeconómica, e o do crescimento económico, numa abordagem macroeconómica. Trata-se pois de uma apreensão das questões do meio ambiente e dos recursos naturais que se pode qualificar de «economicista» (Faucheux, Froger, Noël, 1993).

41 Diz-se que as limitações estão «na natureza das coisas» se elas consistem em relações de definição, em igualdades mensuráveis ou em relações dinâmicas que definem a taxa da variação de uma variável. O *optimum* resultante da maximização da função-objectivo sob tais limitações verificará então as condições marginais (igualdades das taxas marginais de substituição entre bens e multiplicadores de Lagrange) e o *optimum* será um *optimum* de primeiro escalão.

### 3. O UNIVERSO DA TERMODINÂMICA: A DESCOBERTA DE BARREIRAS ECOLÓGICAS ABSOLUTAS

As relações entre natureza e economia encontraram um terceiro tipo de interpretação com o desenvolvimento e, de seguida, com a aplicação daquilo a que se pôde chamar o paradigma termodinâmico. A revolução científica de que resulta a termodinâmica pode justamente surgir como uma consequência da revolução industrial que a Europa conheceu no fim do século XVIII e na primeira metade do século XIX. Além das duas leis que governam os aspectos energéticos da realidade física, a termodinâmica, com a noção de entropia, causa um renascimento conceptual susceptível de aplicação fora do domínio da física, em particular sempre que existe uma dimensão física ou energética no seio das questões económicas. Este paradigma termodinâmico tem influência sobre o conjunto das correntes actuais da economia do meio ambiente e dos recursos naturais.

#### 3.1. O PARADIGMA TERMODINÂMICO CLÁSSICO: A IRREVERSIBILIDADE ENTRÓPICA

A revolução industrial, e aliás é isto que faz a sua singularidade<sup>42</sup>, marcou uma profunda perturbação das relações entre o homem e a natureza. Ela traduziu-se, com efeito, não só pelo aparecimento e generalização da máquina a vapor, permitindo o desenvolvimento de uma produção industrial mecanizada, mas também, talvez ainda mais profundamente, por uma ruptura da dinâmica energética ocidental: a passagem das energias «frias», principalmente da energia hidráulica, às energias «quentes», concedidas pelas máquinas térmicas.

Sobre o plano da economia energética, a sua principal consequência é a passagem à utilização da energia fóssil, em lugar das energias renováveis directamente disponíveis (energia humana ou animal, água, vento). É certo que actividades industriais fundamentais para o desenvolvimento da revolução industrial, como a siderurgia, continuaram em numerosos casos a apelar a recursos energéticos renováveis, tais como a biomassa (por exemplo, sob a forma da utilização da madeira nos fornos de altas temperaturas), mas rapidamente se tornou evidente que a utilização e, sobretudo, a generalização da máquina a vapor requeriam uma energia mais concentrada, que só podia ser fornecida pelo carvão, um recurso energético fóssil. O mesmo se passará com o petróleo, aquando do desenvolvimento dos motores de combustão interna e da sua aplicação ao transporte.

42 Nesta qualidade, esta não constitui um conceito extrapolável e utilizável a propósito de qualquer modificação tecnológica, o que invalida as teorias do desenvolvimento económico à Rostow, baseadas na existência das revoluções industriais.

A relação do homem com a natureza, dominada desde os séculos XVII e, sobretudo, XVIII pelo modelo da produção agrícola, transforma-se numa relação de predação: em lugar de recolher os frutos da terra à sua superfície, escava-se-lhe o subsolo.

Nesse aspecto, a relação de dependência das actividades humanas, económicas, muda também: passa-se de uma dependência face aos *fluxos* correntes provenientes do sol<sup>43</sup> para uma dependência face aos *stocks* armazenados dentro da terra. Abandona-se uma energia solar, praticamente infinita na sua dimensão de *stock*, mas limitada na sua quantidade disponível por unidade de tempo, ou seja na sua dimensão de *fluxo*, por uma energia fóssil estritamente limitada no montante do seu *stock* acumulado anteriormente, mas relativamente ilimitada nos seus *fluxos* disponíveis a curto prazo, na medida em que somos nós que escolhemos o ritmo da sua exploração. Dito de outra forma, se não sabemos como utilizar hoje os fluxos solares de amanhã, podemos sempre utilizar desde hoje o carvão, o petróleo, os recursos minerais do futuro.

### 3.1.1. A LEI DA ENTROPIA

No plano da teoria científica, a revolução provocada pela chegada da máquina a vapor não será menor. A partir de 1824, Sadi Carnot é, sem dúvida, um dos primeiros a ser persuadido do necessário renascimento da física ao qual apela a passagem às energias «quentes». A universalidade da mecânica racional é, segundo ele, atacada pelos princípios que governam as máquinas a vapor, na medida em que o funcionamento teórico destas não pode ser descrito unicamente pelos conceitos da mecânica. Torna-se pois necessário construir uma nova teoria física capaz de explicar esses fenómenos: esta irá ser a termodinâmica. Assim, nas *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance*<sup>\*</sup> de Carnot (1824), pode ler-se: «As máquinas que não obtêm o seu movimento a partir do calor, as que têm como motor a força dos homens ou dos animais, uma queda de água, uma corrente de ar, etc., podem ser estudadas até aos mínimos detalhes pela teoria mecânica. Todos os casos estão previstos, todos os movimentos imagináveis estão submetidos a princípios gerais solidamente estabelecidos e aplicáveis em qualquer circunstância. É este o carácter de uma teoria completa. Falta evidentemente uma teoria semelhante para as máquinas a vapor. Não a teremos senão quando as leis da física forem suficientemente alargadas, suficientemente generalizadas, para fazer conhecer de antemão todos os efeitos do calor ao agir de uma determinada maneira sobre um qualquer corpo.»

43 Com o risco subsequente de intempéries e, logo, de más colheitas.

\* Reflexões sobre a potência motriz do vapor e sobre as máquinas próprias para desenvolver esta potência (N.T).

A propósito do funcionamento das máquinas a vapor, Carnot vai dar, de modo ainda tímido e incompleto uma expressão daquilo que, de seguida, se tornará o segundo princípio da termodinâmica, a saber a lei da entropia. Este resultado, conhecido na história das ciências sob o nome de princípio de Carnot, pode exprimir-se deste modo<sup>44</sup> (Vivien, 1991): «Qualquer produção de trabalho tem como condição inicial a existência numa máquina de um diferencial de temperatura, de dois pólos térmicos – uma “fonte” quente e uma “fonte” fria entre as quais se efectua a circulação do calor. Esta circulação tem por consequência final a eliminação deste diferencial de temperatura, deste desequilíbrio térmico, e a instauração de uma igualdade térmica entre os dois pólos. Neste estágio do processo, é tornada impossível qualquer nova circulação de calor que fosse susceptível de produzir trabalho.» Clausius, o qual, em 1865, dará o seu nome definitivo de lei da entropia a este princípio, resumi-lo-á assim: «O calor não pode passar, por si só, de um corpo mais frio para um corpo mais quente.» (Clausius, 1888.) Segue-se, se se generalizar às outras formas de energia, que, num sistema fechado, toda a energia livre se dissipa, quer dizer se transforma em energia latente<sup>45</sup>. A lei da entropia estabelece portanto que, num sistema fechado<sup>46</sup>, toda a energia livre acaba por se dissipar, quer dizer transforma-se inteiramente em energia latente. Atinge-se então a entropia máxima do sistema, que representa a situação na qual qualquer evolução, e particularmente qualquer trabalho, é doravante impossível.

De modo mais geral, a entropia surge como um indicador da quantidade de energia inutilizável contida num dado sistema termodinâmico, num dado momento da sua evolução. A noção de rendimento energético que o princípio de Carnot implica altera radicalmente as relações mantidas entre a teoria física da natureza e a actividade prática do homem. Doravante, como o escrevem Prigogine e Stengers (1979), «a nova ciência não pretende mais descrever uma idealização, mas sim a própria natureza, inclusivamente as “perdas”. Daí este novo problema, em que a irreversibilidade irrompe na física». Com efeito, e foi de facto aí que se deu a principal ruptura com a mecânica racional à qual Carnot dirigia as suas preces, cada vez que se dá uma ruptura, por acção do fogo, do equilíbrio térmico de um sistema fechado, dá-se o desenvolvimento de um processo irreversível. Este carácter irreversível do processo termodinâmico que a lei da entropia manifesta é, segundo Georgescu-Roegen (1971), inteiramente singular entre

44 Trata-se de uma reescritura «moderna» do princípio de Carnot, que apresenta a vantagem de eliminar, contrariamente ao enunciado original de Carnot, qualquer referência ao «calórico», fluxo material cujo transporte se acreditava estar na origem do movimento.

45 A energia livre ou energia disponível de um sistema é aquela que pode ser transformada em trabalho mecânico. A energia latente ou energia ligada de um sistema é a que é tornada inutilizável por um tal trabalho. Tem-se aí a indicação de uma importante mudança «qualitativa» no seio da categoria «energia».

46 Ver-se-á de seguida o que acontece com os sistemas abertos.

as leis da natureza, pois esta é a única lei do domínio físico que reconhece que o universo energético está submetido a uma mudança qualitativa<sup>47</sup> e irreversível.

A termodinâmica perturbou igualmente a imagem do universo. À de um universo de tipo relojoeiro, herdado de Newton, vai suceder a imagem do motor: o sol permanece no centro da composição mas torna-se ele próprio uma máquina a vapor. Este é o esboço de uma energética cósmica, elaborada a partir da termodinâmica, que não visa nada menos que atingir o mesmo grau de generalidade na explicação do mundo que a mecânica celeste newtoniana, e cujas implicações são devastadoras para esta última: se o universo é uma máquina térmica sujeita à lei da entropia, então existe uma história, um começo e um fim. E de facto, o tema da morte térmica do universo, lançado por Thomson em 1852, vai agitar bastante os espíritos no fim do século XIX.

### 3.1.2. UMA NOVA PERSPECTIVA ACERCA DAS RELAÇÕES ENTRE ECONOMIA, RECURSOS NATURAIS E MEIO AMBIENTE

Curiosamente, a economia neoclássica nascente manterá os olhos fixos, como se viu, na mecânica racional, a qual tentará igualar, e não terá em consideração o renovamento teórico aparecido em física com o paradigma termodinâmico. Marx e Engels manifestarão mais interesse pela nova disciplina, mesmo não aderindo a todas as suas conclusões. Engels, em particular, mostra na *Dialéctica da natureza* (1925) o seu conhecimento da lei da entropia: «A questão de saber o que advém do calor aparentemente perdido não é, por assim dizer, claramente formulada senão a partir de 1867. [...] Seja qual for o modo como se nos apresenta o segundo princípio de Clausius, este implica em qualquer caso que a energia se perde qualitativamente, senão mesmo quantitativamente.»

Entretanto, haverá que aguardar trabalhos mais contemporâneos ligados à economia do meio ambiente para encontrar uma influência explícita das leis da termodinâmica sobre a análise económica. Há quem fale mesmo de «escola da termodinâmica» (Victor, 1991a e b). Pode notar-se que existem dois grandes tipos de análise no seio desta escola. A primeira, conhecida como a abordagem dos «balanços matéria-energia» (Ayres e Kneese, 1969; Ayres, d'Arge, 1970), é baseada unicamente no primeiro princípio da termodinâmica, aliás posterior a Carnot, e dito lei de conservação da

47 Esta última característica levará alguns a rejeitar a termodinâmica para fora do domínio da física, que só conhece o quantitativo, e mesmo para fora da ciência, por causa da metafísica. Bergson (1941) podia caucionar tal interpretação, quando, após ter recordado que «a lei da degradação da energia não assenta essencialmente sobre grandezas», acrescenta que esta «é a mais metafísica das leis da física, quando nos aponta com o dedo, sem símbolos interpostos e sem artificios de medida, a direcção rumo à qual "avança o mundo"».

energia. Esta última estabelece que a matéria (quer se trate da massa ou da energia<sup>48</sup>) não é nem criada nem destruída por qualquer processo físico, seja ele qual for. Logo, a economia não pode jamais criar nem destruir matéria ou energia, pode apenas «rearranjá-la». Este princípio estabelece uma igualdade computável de tudo aquilo que entra num processo produtivo (ou no conjunto dos processos produtivos, se se raciocinar ao nível global), ou seja a soma de todas as matérias-primas não energéticas e energéticas extraídas do ambiente natural, incluindo o oxigénio utilizado, por exemplo nas combustões, com tudo o que daí sai, ou seja os fluxos de desperdícios que retornam, seja à produção, por reciclagem, seja *in fine*, ao meio ambiente<sup>49</sup>. A título de exemplo, o consumo anual de carvão deve ser igual ao montante das emissões de gás e de sólidos provenientes da sua combustão. A pertinência desta lei para a compreensão dos laços entre economia e meio ambiente foi sublinhada em 1966 por Boulding no seu famoso artigo «The economics of the Coming Spaceship Earth».

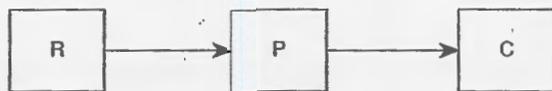
A segunda corrente no seio desta escola «termodinâmica» foi fundada por Georgescu-Roegen, particularmente com a sua obra *The Entropy Law and the Economic Process* (1971). Ele apresenta aí a primeira tentativa séria de integração da segunda lei da termodinâmica com a economia, o que constitui a referência essencial na matéria, juntamente com Daly (1977, 1991a). De acordo com estes autores, a actividade económica extrai do meio ambiente energia e matéria-prima de baixa entropia e converte-a, após utilização, em matéria e energia de alta entropia, quer dizer fortemente desorganizadas. Por exemplo, a combustão de energias fósseis transforma matéria altamente estruturada em gás e partículas dispersas assim como em energia de entropia mais elevada libertada sob a forma de calor. A natureza entrópica da actividade económica explica porque não é possível uma reciclagem a 100 por cento, e isto tanto menos quanto a energia utilizada para qualquer operação de reciclagem não é ela própria reciclada. Ela apenas pode ser economizada. De onde o interesse que este paradigma da termodinâmica vai suscitar para toda uma geração de engenheiros economistas (Vivien, 1991, 1994b; Faucheux e Pillet, 1994). Fenómenos como a poluição surgem como consequência do aumento da entropia proveniente de um consumo crescente de energia fóssil. Por outro lado, a ideia de que o recurso natural último consiste na energia de baixa entropia, no caso a energia fóssil, é também uma das

48 Até ao enunciado da lei de equivalência  $E=MC^2$ , supunha-se que a lei de conservação da massa e da energia se aplicava separadamente a cada espécie química e à energia. Sabe-se actualmente que isto é incorrecto visto que a massa pode ser convertida em energia através da fusão ou da fissão.

49 Os fluxos de produção de bens económicos constituem de modo bem evidente um uso para as matérias-primas e para a energia que entra no processo produtivo, mas não se pode considerar de um ponto de vista material que se trate de um uso final. Uma vez dispensada a totalidade dos fluxos de utilidade que contêm, os bens económicos tornam-se eles próprios, com efeito, desperdícios materiais.

conclusões que se pode tirar da aplicação das leis da termodinâmica à actividade económica.

Estas análises permitiram pôr em evidência que as relações entre economia e meio ambiente não são lineares como uma visão newtoniana do mundo o deixa crer, o que se pode ilustrar pela figura 1.2 seguinte, mas bem circulares, conformemente à figura 1.3 da página seguinte:



(Segundo Pearce e Turner, 1990, p. 36)

Figura 1.2 – O sistema linear Recursos-Produção-Consumo

na qual P representa a produção, C os bens de consumo, W os desperdícios e r a reciclagem. Acrescenta-se que, se o primeiro tipo de análise permitiu compreender as relações entre economia e meio ambiente como sendo circulares, a segunda é aquela que estabeleceu, sob a forma de uma barreira absoluta, um limite à circularidade deste processo (representado pelo «meio ambiente como fossa de desperdícios» na figura 1.3, que se segue).

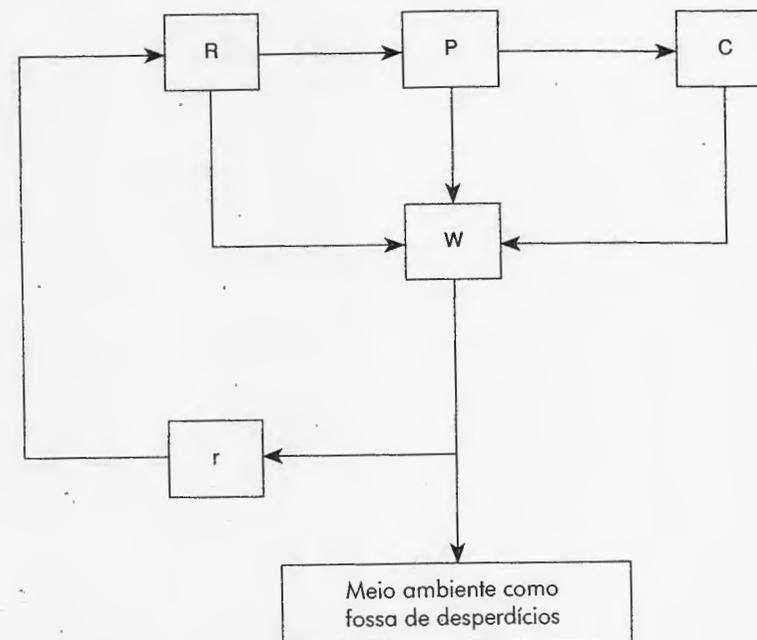
### 3.2. INFLUÊNCIAS OPOSTAS SOBRE A ANÁLISE ECONÓMICA DOS RECURSOS NATURAIS E DO MEIO AMBIENTE

De modo paradoxal, parece que o conjunto das grandes correntes actuais da economia dos recursos naturais e do meio ambiente foi influenciado pelo paradigma termodinâmico. A este respeito, pode-se distinguir quatro interpretações: uma minimalista, uma maximalista e duas que se pode qualificar de intermédias. Demorar-nos-emos nestas últimas, na medida em que estas oferecem novos ensinamentos do ponto de vista das quatro grandes características dos problemas de recursos naturais e do meio ambiente.

#### 3.2.1. INTERPRETAÇÕES «MONISTAS»: DA EVICÇÃO DA SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA AO REDUCTIONISMO ENERGÉTICO

A interpretação minimal foi feita pelos autores que apenas retiveram os ensinamentos do primeiro princípio da termodinâmica: isto deu lugar às análises de saldo-matéria (Ayres e Kneese, 1969; Kneese, Ayres, d'Arges, 1970) e às análises *input-output* (Leontief, 1970; Victor, 1972). Do mesmo modo, foram desenvolvidos modelos de optimização dinâmica combinando recursos e poluição e integrando, na base do saldo matéria, a reciclagem (Mäler, 1974). Introduce-se assim um elo entre os desperdícios e os *inputs*, mas retendo unicamente o facto de que a reciclagem dos pri-

meios oferece, a par de possibilidades de substituição e do progresso técnico, um novo modo de se libertar da barreira da raridade dos recursos. A primeira lei da termodinâmica, a qual é, como foi visto, uma lei de conservação, pode ser facilmente integrada pela teoria económica dominante já que permanece extremamente próximo da visão newtoniana subjacente. Ela percebe o funcionamento real da



(Segundo Pearce e Turner, 1990, p. 38)

Figura 1.3 – O sistema circular Recursos-Produção-Consumo

economia como um fluxo circular de transformação e de retransformação de quantidades indestrutíveis de energia e de matéria. O tempo, como nos modelos económicos inspirados na mecânica, não é outro que um parâmetro construído a partir de uma metáfora espacial. Emana daí uma visão da economia totalmente reversível e conservadora de identidades. Nenhuma barreira absoluta, exterior ao sistema económico, pode verdadeiramente pesar sobre este nem mesmo influenciá-lo. Os fundamentos da análise económica dos recursos naturais e do meio ambiente podem continuar os mesmos e as suas conclusões também (ver a segunda e a terceira parte).

De facto, é a tomada em consideração do segundo princípio que vai constituir o ponto de ruptura com a análise económica dominante. A interpretação maximalista do princípio da entropia por um certo número de

autores tem mesmo o aspecto de uma ruptura definitiva. Com efeito, na medida em que a energia fóssil não é reciclável, um certo número de autores, aliás na maior parte não economistas, consideram-na como o factor raro último. Estes propõem aliás uma teoria do valor energético generalizado (Odum e Odum, 1981; Odum, 1983) que não deve ser confundido com os métodos de análise ditos energéticos. Estes últimos só recorrem efectivamente ao cálculo energético para pesquisar indicadores ecológicos, e não na óptica de que «tudo é energia». Contrariamente aos primeiros, estes não caem num energetismo total, cujos limites para a análise das relações economia-meio ambiente estão muito próximos dos da *Deep Ecology*. Com efeito, nestes dois casos a única dimensão apreendida é a da ecologia e a única racionalidade empregue é uma racionalidade substancial de tipo ecológico, no sentido em que o sistema económico, como os sistemas naturais, deve otimizar a mesma função objectivo: a potência energética<sup>50</sup> (ver a quarta parte).

### 3.2.2. DA ECONOMICIZAÇÃO\* DA LEI DA ENTROPIA AO ESTADO ESTACIONÁRIO

Entre o optimismo e o pessimismo igualmente exacerbados de cada uma das duas abordagens precedentes, duas análises intermédias devem ser distinguidas. Uma e outra se propõem tratar a economia dos recursos naturais e do meio ambiente tendo em conta a barreira ambiental absoluta que pesa sobre o sistema económico em virtude da lei da entropia.

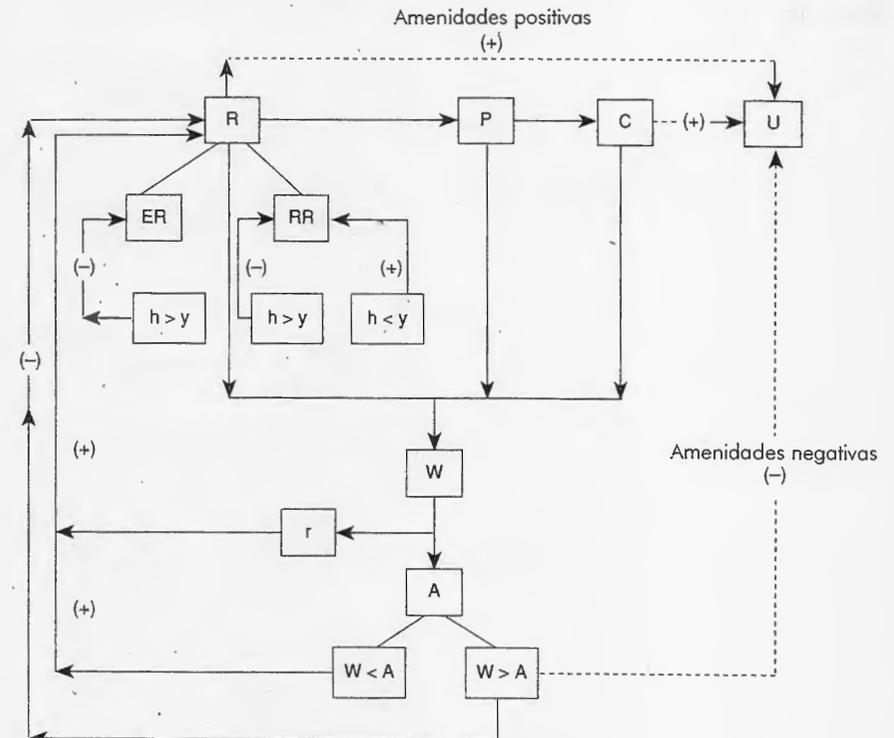
A primeira pode ser ilustrada pelos trabalhos daquela a que, de hoje em diante, é corrente chamar Escola de Londres<sup>51</sup> e cujo iniciador é David Pearce. Os autores desta corrente explicam, partindo da segunda lei da termodinâmica, que uma parte dos desperdícios não é reciclada e é lançada no sistema natural. Ora, este último tem uma capacidade de assimilação, o que, para muitos autores, constitui uma primeira função económica do meio ambiente. Todavia esta capacidade é limitada, o que significa que há que ter em conta uma primeira barreira: a capacidade de assimilação do meio ambiente não deve nunca ser ultrapassada. Por outro lado, os recursos de energia fósseis e minerais que são recursos de *stock* e estão submetidos à lei da entropia não podem ser reciclados, o que implica um esforço de substituíbilidade entre estes recursos esgotáveis e outros ditos renováveis, ou seja aqueles que têm a capacidade de se renovar por si mesmos, tais como a biomassa. Contudo, também aí, as capacidades de renovação não

50 Georgescu-Roegen (1982b) qualificava esta abordagem, simultaneamente de «doutrina» e de «economia política energética». Daly (1991), por seu lado, fala de «teoria do valor energético erróneo» (p. 227), qualificando-a ainda de reducionista (p. 227).

\* *Economicisation* no original. (N.E.)

51 Victor (1991) sublinha que «pode parecer prematuro afirmar que Pearce e os seus colegas fundaram uma nova escola, mas não há dúvida que as suas ideias já exercem influência no seio da profissão e dos meios governamentais e que esta influência parece dever crescer nos anos vindouros».

devem ser entravadas, o que implica uma terceira barreira. Nestas condições, a Escola de Londres fornece de modo claro uma visão da economia e do meio ambiente totalmente circular e submetida a três barreiras ambientais, já não relativas, como na primeira interpretação optimista, mas absolutas, devido à tomada em consideração simultânea das duas leis da termodinâmica. Para ilustrar a sua visão dos laços entre economia e meio ambiente, é então proposta<sup>52</sup> a figura 1.4 seguinte, na qual A designa a capacidade de assimilação, U a utilidade, ER e RR respectivamente os recursos esgotáveis e os recursos renováveis,  $h$  e  $y$  respectivamente a taxa de exploração e a taxa de renovação, sendo os fluxos materiais apresentados em traços contínuos e os fluxos de utilidade em pontilhados.



(Segundo Pearce e Turner, 1990, p. 40.)

Figura 1.4 – O esquema circular completo das relações economia-meio ambiente

52 Note-se que Pearce e Turner (1990, p. 40) se referem explicitamente às leis da termodinâmica para ilustrar este esquema: «Estamos actualmente em condições de completar a nossa representação circular da economia. Em lugar de ser um esquema linear aberto, é agora um sistema fechado circular. As leis da termodinâmica garantem que deve ser assim.»

Uma análise deste tipo, permitindo explicar o carácter circular entre meio ambiente e economia, não só volta a pôr em causa a perspectiva económica tradicional, tratando separadamente recursos naturais e poluição, mas, sobretudo, sublinha o carácter *multidimensional* dos bens e serviços ambientais. Estes últimos podem fornecer em simultâneo serviços de assimilação da poluição, ser utilizados enquanto *inputs* na produção e ser fonte de utilização directa. Neste sentido, pode dar-se o exemplo da água, a qual não só cumpre as duas primeiras funções, como também a última, por via dos serviços recreativos que pode oferecer. Daí a existência de limites para as possibilidades de substituição e para o optimismo desarrazoado quanto às aplicações do progresso técnico a estes bens e serviços. De acordo com a Escola de Londres, o capital natural deve ser distinguido das outras formas de capitais, o que significa, na sua óptica do desenvolvimento sustentável, que é o *stock* global de capital natural que deve ser mantido constante (Barbier e Markandya, 1990).

Todavia, perante a dificuldade de encontrar unidades de medida homogéneas a fim de avaliar fisicamente cada uma das três barreiras ambientais absolutas que propuseram, os autores da Escola de Londres sugerem uma avaliação destas últimas por intermédio dos métodos tradicionais de revelação das preferências, os quais assentam no consentimento dos indivíduos em pagar. Eles integram, é certo, considerações altruístas, não só intra e intergeracionais, mas também interespecíficas, preconizando o valor económico total que reagrupa o valor de uso, o valor de existência, o valor de legado e o valor intrínseco. Porém, estas considerações não significam que uma verdadeira ética intra ou intergeracional ou ainda interespecífica seja verdadeiramente tida em conta, visto que a extensão do campo abrangido pelo valor não permite libertar-se das limitações próprias dos métodos de avaliação assentes no consentimento em pagar dos indivíduos pertencentes à presente geração (ver a terceira parte, capítulo 6 e a quarta parte).

Se a ética é menos utilitarista que na abordagem neoclássica padrão, esta não conserva menos uma forte componente antropocêntrica (é o indivíduo que decide o valor a dar aos não humanos) e «presentista» (é a presente geração que decide sobre o valor de legado).

Quanto ao tratamento do tempo, este integra de modo inegável a ideia de irreversibilidade, visto ser de facto devido à existência de irreversibilidades que as barreiras absolutas ao crescimento económico são consideradas. Sem embargo, os instrumentos propostos pelos autores da Escola de Londres para tratar do tempo continuam a ser os mais tradicionais, a julgar pela posição bem marcada de Pearce em favor, não só do recurso a uma taxa de actualização, mas, mais precisamente, a uma taxa de actualização normal positiva (Pearce e Turner, 1990), o que vem reforçar o carácter afinal bastante «presentista» da sua ética.

Por fim, a hipótese de racionalidade adoptada por esta escola permanece resolutamente optimizante, visto tratar sempre de otimizar as funções-objectivos tradicionais ao nível microeconómico ou o crescimento ao

nível macroeconómico<sup>53</sup>, mas, desta vez, tendo em conta as novas barreiras impostas pelas leis da termodinâmica, que não dependem da «natureza das coisas». Os *optima* seriam, desta vez, de segundo nível. Neste sentido, estar-se-ia antes perante uma hipótese de racionalidade de tipo racionalidade limitada (Faucheux, Froger, Noël, 1993)<sup>54</sup>. Tudo se passa como se as técnicas económicas utilizadas pela Escola de Londres debilitassem de algum modo a riqueza da sua representação inicial das relações entre economia e meio ambiente. Isto coloca esta abordagem numa posição intermédia, entre o optimismo desenfreado da escola neoclássica e o pessimismo igualmente desmesurado das abordagens naturicistas, talvez tendendo sempre mais para a primeira.

Outro modo de abordar as barreiras ecológicas absolutas impostas à esfera económica pelas duas leis da termodinâmica consiste, já não em «economicizá-las», à maneira dos autores da Escola de Londres, mas sim em preconizar um estado estacionário.

Em virtude da natureza entrópica da sua dimensão real (no sentido de dimensão material), o sistema económico é conduzido para a irreversibilidade. Seria mais exacto falar de irrevogabilidade, como faz Georgescu-Roegen, ao distinguir dois tipos de irreversibilidade<sup>55</sup>.

Se não se pode empurrar os limites da «finitude» e da «entropia»<sup>56</sup>, devido à própria irreversibilidade inerente ao segundo princípio da termodinâmica, pode-se em contrapartida pensar em abrandar o conjunto do processo económico por via de um estado estacionário. Este, como faz notar Barde (1992, p. 34), constitui um tema lancinante do pensamento económico, visto que se encontra já em Smith, Malthus, Ricardo ou Stuart Mill. Se Malthus, tal como os actuais defensores do estado estacionário, invocava uma barreira ecológica absoluta, a principal diferença é que os clássicos faziam do estado estacionário a consequência espontânea da acumulação, enquanto que os autores contemporâneos fazem dele um objectivo<sup>57</sup>.

A ideia do «crescimento zero», popularizada pelo relatório do Clube de Roma (Meadows, Randers, Behrens, Meadows, 1972), surgiu efectiva-

53 O modelo formalizado de desenvolvimento sustentável proposto pela Escola de Londres permanece fundamentalmente um modelo de crescimento óptimo.

54 «Precise-se com efeito, que o termo racionalidade limitada tem um carácter ambíguo. Ele pode levar, seja à ideia de uma racionalidade debilitada, em relação à racionalidade perfeita de que faria prova o maximizador da utilidade esperada, seja à de uma racionalidade perfeita, no mesmo pé que a racionalidade do modelo clássico, mas que, contrariamente a esta, teria em conta as limitações efectivas nos meios de escolha, particularmente nos meios de cálculo.» (Mongin, 1986, p. 26.)

55 Ver Faucheux (1990, p. 304).

56 Segundo Daly (1991a, p. 187), os dois principais limites biofísicos ao crescimento – além da complexa interdependência ecológica – são, por um lado, a finitude, que se refere à dimensão limitada do ecossistema total, e, por outro lado, a entropia, que marca a dependência do sistema económico em relação às fontes de *inputs* de baixa entropia e dos fossos necessários aos seus desperdícios de alta entropia.

57 É disto testemunha, por exemplo, este título de Daly (1991a, p. 18): «Porque é um estado estacionário da economia simultaneamente necessário e desejável?»

mente para muitos como um ressurgimento dos temas malthusianos, no qual a penúria de recursos naturais e a poluição desempenhariam o mesmo papel que a limitação de terras disponíveis e os decrescentes rendimentos na agricultura desempenharam para os clássicos. No entanto, este relatório mantém uma certa ambiguidade entre a análise prospectiva positiva, baseada na utilização de modelos de dinâmica dos sistemas e cujas simulações mostram que o crescimento económico não poderá prosseguir pelas razões já citadas, e as proposições normativas de abrandamento voluntário<sup>58</sup> do crescimento até à obtenção de uma taxa de crescimento nula, o único modo de permitir sem catástrofe a manutenção da actividade humana.

Daly desenvolve temas próximos sob o nome de estado estacionário<sup>59</sup>. Este conceito é, antes do mais, físico. Com efeito, Daly define a economia de estado estacionário como «uma economia com *stocks* constantes de população e de artefactos, mantida a um certo nível desejado e suficiente pelas baixas taxas de produção intermédia (*throughput*), quer dizer pelos mais pequenos fluxos possíveis de matéria e de energia após o primeiro estágio da produção (extracção para fora do meio ambiente de matérias primas de baixa entropia) até ao último estágio do consumo (poluição do meio ambiente pelos desperdícios de alta entropia e por matérias primas exóticas)» (Daly, 1991a, p. 17). Obviamente, há implicações em termos de taxa de crescimento económico: «A perspectiva do estado estacionário procura manter um nível constante dos *stocks* com a ajuda de um *throughput* mínimo, e se esta minimização do *throughput* implica uma redução do PNB, esta é totalmente aceitável.» (Daly, 1991a, p. 18.)

A fim de atingir o estado estacionário, Daly (1991a) propõe as seguintes modalidades: por um lado, uma paragem da utilização de factores quantitativos do crescimento em proveito dos qualitativos, obtida pela substituição do capital material (capital físico tradicional, população, energias e matérias, recursos renováveis...) pelo capital imaterial (informação, cultura, educação...); por outro lado, perante a incapacidade do mercado em servir-se de tais incitações, o recurso a novas instituições mundiais cujas funções seriam: a gestão dos recursos com minimização do seu esgotamento e promoção da reciclagem; o controlo dos nascimentos; a manutenção do equilíbrio ecossistémico; a redistribuição das receitas no sentido da equidade social. Segundo ele, é pois necessário um importante intervencionismo, na medida em que a continuação do interesse egoísta

58 Isto é bem traduzido pelo título francês da tradução do relatório Meadows: *Halte à la croissance!*

59 Pearce (1991) sublinha com justa razão «a infeliz confusão terminológica» criada pelo emprego por Daly do termo *steady state* em lugar do, tradicional, de *stationary state*. «A confusão provém do facto de o termo *steady state growth* (ou crescimento de regime permanente) ser utilizado pela teoria neoclássica moderna do crescimento para designar situações em que cada *stock* (capital, mão de obra, etc.) cresce a taxa constante. (...) *Steady state*, neste sentido neoclássico não designa de modo algum aquilo que Daly entende promover como objectivo social desejável.» (p. 336, nota 1.)

individual, tal como a apreende a teoria padrão da economia, não pode conduzir espontaneamente a uma situação ecologicamente sustentável (Daly, 1991a; Daly e Cobb, 1989)<sup>60</sup>.

Entretanto, não faltam as críticas às posições favoráveis ao «crescimento zero» ou ao estado estacionário. Se Georgescu-Roegen (1979) se levanta contra «a miragem do momento» que na sua opinião o estado estacionário ou o «crescimento zero» constitui, é para melhor argumentar a favor de um crescimento negativo, o decrescimento. No plano físico, adianta ele, o estado estacionário não pode ser assimilado ao estado estável que um sistema termodinâmico aberto pode conhecer. Resulta com efeito das condições de Onsager que tal sistema não pode conhecer um estado estável «a não ser de modo aproximado e para uma duração finita». No plano económico, o estado estacionário parece-lhe portador de contradições que «militam contra a crença na possibilidade da humanidade viver num estado estacionário perpétuo.(...) Um mundo com uma população estacionária seria continuamente forçado a mudar a sua tecnologia assim como o seu modo de vida para fazer face à inevitável baixa de acessibilidade dos recursos. Mesmo que se resolvesse a questão de saber como é que o capital pode mudar qualitativamente permanecendo sempre constante, seria preciso imaginar que esta baixa imprevisível seria milagrosamente compensada por boas inovações que intervissem no momento ideal». (1979, p. 81.) Para Georgescu-Roegen «a necessária conclusão dos argumentos adiantados em favor desta perspectiva (o estado estacionário) consiste em substituir o estado estacionário por um estado de decrescimento» (1979, p. 81).

Por seu lado, Boulding<sup>61</sup>, reconhecendo sempre que, na ausência de recursos esgotáveis, o estado estacionário é inevitável<sup>62</sup>, salvo se se superar «uma dependência quase total em relação à energia solar e uma reciclagem quase perfeita dos materiais», afirma que a passagem ao estado estacionário «não constitui realmente a resposta ao problema da entropia». Do mesmo modo, a biologia não conhece estado estacionário capaz de evitar as leis da evolução: «Pode-se ter mais esperança na conti-

60 Pode citar-se Daly (1991a, p. 22): «Tal como um *optimum* de Pareto pode ser socialmente injusto, este pode ser ecologicamente insustentável. Tal como, no primeiro caso, impomos barreiras éticas à repartição das receitas e deixamos, de seguida, o mercado ajustar-se, igualmente deveríamos impor barreiras ecológicas à dimensão do *throughput* e deixar, seguidamente, o mercado ajustar-se.»

61 Num escrito anterior, o seu célebre artigo «The Economics of the Coming Spaceship Earth» (1966), Boulding surgia muito mais favorável às teses do estado estacionário, nos termos que manifestamente inspirarão Daly. Com efeito, ele deixava entender que a passagem de uma «economia de cowboy» a uma «economia de nave espacial» deveria acarretar necessariamente uma tendência para a minimização do *throughput*: «O *throughput* não é de maneira nenhuma algo de desejável em si e pode ser visto como algo a minimizar, em vez de maximizar.» (1966, p. 6.)

62 «Podemos entretanto ser forçados a aproximarmo-nos dele quando os recursos esgotáveis estiverem esgotados e mesmo, a muito longo prazo, quando tivermos esgotado o potencial de crescimento dos conhecimentos humanos.» (Boulding, 1981, p. 167.)

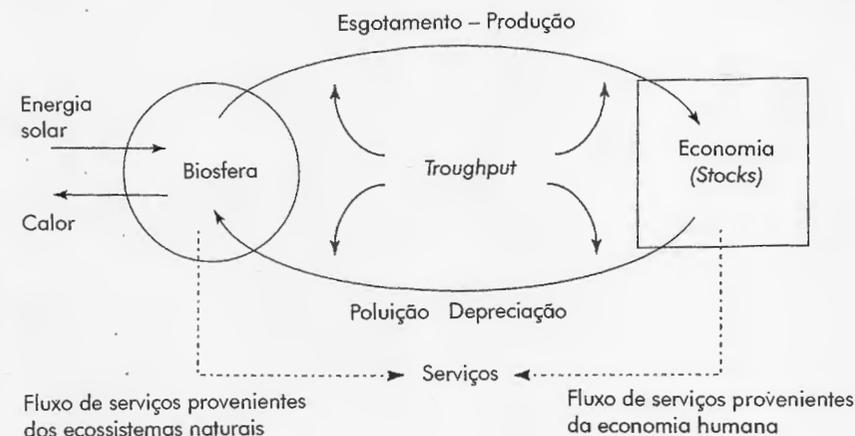
nuação da evolução do que agarrando-nos à esperança de um estado estacionário. A contrapartida biológica do estado estacionário é o ecossistema climático, no qual todas as espécies se mantêm nos seus nichos enquanto populações em equilíbrio. (...) Mesmo postulando a existência de um ecossistema superclimático geneticamente estável, ou seja, no qual quaisquer mutações genéticas seriam desfavoráveis, não se pode supor que os parâmetros físicos de um tal sistema nunca se alterassem. Quaisquer ecossistemas climáticos e quaisquer estados estacionários são paragens num caminho que segue para outro lugar. Não são senão degraus, que podem ser difíceis de subir, na grande escada da evolução.» (Boulding, 1981, p. 167.)

No total, esta abordagem trata efectivamente dos problemas do meio ambiente na sua multidimensionalidade, como também o faz a Escola de Londres. Por outro lado, a equidade intergeracional encontra-se bem no centro das suas preocupações, na medida em que ela se opõe justamente aos defensores da economia padrão relativamente à questão do crescimento económico em nome dos interesses das gerações futuras. Onde se encontram as dificuldades é provavelmente no tratamento intrageracional da equidade, já que a paragem do crescimento material no mundo em desenvolvimento pode constituir um verdadeiro travão à «sustentabilidade» que, não o esqueçamos, deve ser simultaneamente económica e ecológica. Semelhante risco de iniquidade entre o Norte e o Sul parece tanto mais provável quanto as instituições preconizadas deverão, de modo paradoxal, recorrer a instrumentos próximos dos instrumentos tradicionais do mercado, por exemplo a licenças de nascimento transferíveis (Boulding, 1964; Daly, 1991a).

Acrescente-se que as instituições internacionais estão claramente preconizadas mas que não foi concedido nenhum lugar ao processo deliberativo necessário para obter decisões dessas instituições. Nestas condições, a diferença essencial entre a abordagem da Escola de Londres e a de Daly é que, no primeiro caso, as barreiras ecológicas absolutas são determinadas pela revelação das preferências individuais, enquanto que no segundo caso são fixadas pelas instituições. De seguida, as duas abordagens conciliam-se para aplicar os métodos tradicionais da análise económica em matéria de tomada de decisão. Neste sentido, a hipótese de racionalidade que está presente na corrente do estado estacionário é uma hipótese de racionalidade do tipo racionalidade limitada, como a da Escola de Londres. Os indivíduos continuam a otimizar a sua função-objectivo, tidas em conta as barreiras fora da natureza das coisas, que são as barreiras ecológicas absolutas. Estas barreiras são unicamente mais restritivas no caso do estado estacionário.

Enfim, os autores favoráveis ao estado estacionário tomam em conta as noções de irreversibilidade e de incerteza, visto que são precisamente estas as razões invocadas em apoio de um «motivo da precaução» (Perrings, 1991), impondo ao crescimento verdadeiras barreiras ecológicas absolutas. A concepção do tempo que aqui opera é pois a do longo

termo. Todavia, embora irreversível, o tempo permanece aí totalmente determinista, como o prova a imagem da ampulheta que Georgescu-Roegen (1979, p. 111) propõe para representar o tempo da segunda lei da termodinâmica e substituir assim a imagem do pêndulo da mecânica. Com efeito, esta lei implica uma marcha rumo à entropia, que certamente podemos prolongar mas que é inelutável. O tempo apreendido não é sempre o da história, que intervém desde que existem organizações humanas.



(Segundo Daly, 1991a, p. 35.)

Figura 1.5 – A interface sistema económico-sistema ecológico

O tempo da história, sobretudo se se trata do muito longo termo, além da irreversibilidade, tem por atributos a mutação e a bifurcação. Ora, nenhum lugar é atribuído claramente nas análises do estado estacionário às capacidades de retroacção de sistemas económicos e ecológicos, os quais, finalmente, são analisados unicamente em termos de interface, como o ilustra a figura 1.5, e não em termos de inter-relações ou de «coevolução».

#### 4. O UNIVERSO DO VIVO: «A DESTRUIÇÃO CRIADORA»

O quarto paradigma insiste nas características próprias do vivo que lhe parecem susceptíveis de estabelecer as relações do homem com a natureza, e logo da economia com a natureza, sobre uma base simultaneamente diferente do «naturicismo», do mecanismo neoclássico e da termodinâmica entrópica.

Constituiu-se, por um lado, a partir de um novo ramo da termodinâmica específico dos sistemas vivos, a termodinâmica do não equilíbrio,

de Prigogine, com a aplicação da teoria da informação ao vivo e uma concepção sistémica própria dos sistemas complexos. Por outro lado, o vivo é também, face a esta termodinâmica renovada, o domínio de eleição da teoria evolucionista oriunda de Darwin e dos seus diversos prolongamentos.

A influência deste paradigma, que vai crescendo sobre o conjunto do pensamento económico contemporâneo<sup>63</sup>, está no centro das concepções acerca das relações entre a economia, os recursos naturais e o meio ambiente próprias de uma parte importante da escola dita da economia ecológica.

#### 4.1. O PARADIGMA DO VIVO: UMA NOVA FONTE DE INSPIRAÇÃO PARA A ANÁLISE ECONÓMICA

Apesar da pluralidade das suas origens, o paradigma do vivo manifesta uma certa unidade. Esta visão unitária é tornada possível pelos trabalhos de Prigogine acerca da termodinâmica do não equilíbrio, os quais lhe dão a sua base científica (Prigogine e Stengers, 1979). Recordar-se-á brevemente como a ciência económica se inspira cada vez mais neste paradigma do vivo, satisfazendo assim o desejo de Marshall, que escrevia (1920, p. XIV) que «A Meca do economista encontra-se antes na biologia económica do que na dinâmica económica». Com efeito, para este autor, que frequentemente é associado a um equilíbrio parcial fortemente mecanicista, a analogia biológica, especialmente a do crescimento orgânico, retoma a sua validade desde que se trate de períodos muito longos e de mudanças qualitativas.

##### 4.1.1. O PARADIGMA CIENTÍFICO

A teoria de Darwin, que constitui um dos grandes princípios explicativos descobertos no século XIX, é quase contemporânea (1859) do desenvolvimento da termodinâmica clássica. Com Darwin, o estudo dos factores ambientais que afectam as distribuições dos seres vivos é explicitamente fundado pela ideia evolucionista, longe de qualquer finalismo e de qualquer fixismo e, por consequência, sobre uma concepção inteiramente nova do tempo da vida. Para ele, a luta pela vida<sup>64</sup>, ou seja a luta entre os indivíduos, entre as espécies e contra as condições físicas do meio ambiente, e a selecção natural daí resultante, são as chaves da evolução.

63 Parece que, «através de mediações complexas muito pouco analisadas, as investigações em economia são sensíveis ao paradigma em vigor nas ciências da natureza, quer se trate da mecânica, da termodinâmica ou, mais recentemente, da biologia» (Boyer, Chavance, Godard, 1991, p. 17).

64 Darwin (1859, p. 108) especifica que é preciso entender luta pela vida «no sentido geral e metafórico, o que implica as relações mútuas de dependência dos seres organizados e, o mais importante, não só a vida do indivíduo, mas a sua aptidão para deixar descendentes».

Darwin não possuía ainda a teoria explicativa exacta da transmissão aos descendentes das características de uma população, teoria que apenas intervirá com as leis da genética. Com o neodarwinismo, tal como este aparece, por exemplo, em Monod (1970), o sentido da evolução encontra-se totalmente incluído no código genético da espécie: mutações acidentais devidas ao *acaso* propõem variantes no seio das quais a *necessidade*, ou seja as exigências da sobrevivência, selecciona os melhor adaptados.

À primeira vista existe uma contradição<sup>65</sup> entre a *termodinâmica clássica*, que garante, através da sua segunda lei, que um dia toda a vida, como todo o movimento excepto o da gravitação, cessará na morte entrópica, e a *teoria da evolução*, que explica, pelo contrário, o progresso ininterrupto das espécies na sua adaptação ao meio ambiente.

Ora, a termodinâmica dos sistemas não isolados de Prigogine, dita ainda termodinâmica das estruturas dissipativas, entende justamente resolver esta contradição.

A termodinâmica clássica, tal como a vimos em Carnot ou Clausius, incidia sobre sistemas isolados, no sentido em que estes não recebiam energia do exterior. Esta termodinâmica clássica é uma termodinâmica do equilíbrio, na medida em que a segunda lei implica que a entropia de um tal sistema cresça até ao ponto em que ele atinge o equilíbrio termodinâmico.

Um sistema não isolado, ou seja que troca fluxos de energia com o seu meio ambiente, será capaz de evitar o equilíbrio termodinâmico com a ajuda de fluxos energéticos provenientes do exterior. Tal sistema pode, com efeito, seja degradar a energia interna disponível do próprio sistema, seja a energia que transpõe as fronteiras do sistema. Prigogine e Stengers (1979, pp. 326-327) comentam assim este ponto: «Nestes sistemas, a variação de entropia está não somente ligada aos processos internos do sistema, como nos sistemas isolados, mas também aos fluxos de energia e de matéria existentes entre estes sistemas e o meio ambiente. Considerar unicamente a entropia não basta para determinar o comportamento do sistema, já que o segundo princípio não põe nenhuma condição à variação de entropia ligada às trocas com o meio ambiente. Nos sistemas não isolados, a grandeza decisiva já não é a entropia mas sim a produção de entropia, ou seja a variação por unidade de tempo da entropia ligada aos processos internos do sistema. O segundo princípio requer que esta produção de entropia seja positiva ou nula. Num sistema não isolado, podem sobrevir processos irreversíveis de modo permanente e a produção de entropia pode ser diferente de zero, visto que uma interacção com o meio ambiente tem como efeito manter o sistema num estado diferente do estado de equilíbrio.» Logo, a cada sistema não isolado vai corresponder um estado mínimo de produção de entropia, compatível com o nível de afluxos de energia. Tais sistemas, contrariamente aos sistemas isolados,

65 Chamado por Prigogine e Stengers (1979) «o paradoxo de Sadi Carnot *versus* Darwin».

que apenas podem conhecer, em dinâmica, estados de equilíbrio estáveis de entropia máxima, podem pois atingir estados estacionários; o que não quer no entanto dizer que esses estados sejam estáveis. O argumento de Prigogine para justificar este resultado consiste em dizer que o sentido temporal de sistemas não isolados situados longe do seu equilíbrio é caracterizado por uma sequência de estruturas dissipativas, cada uma das quais é baseada num excesso de produção de entropia e constitui a única solução de um conjunto de condições físicas e energéticas.

O domínio privilegiado de aplicação desta termodinâmica dos sistemas não isolados é evidentemente o dos seres vivos<sup>66</sup>. Estes últimos são de facto estruturas muito ordenadas e que se organizam mesmo cada vez mais à medida da evolução<sup>67</sup>. Os sistemas vivos ou abertos, sistemas que trocam energia, matéria e informação com o seu meio exterior, encontram-se efectivamente, devido à evolução, sempre longe do estado de equilíbrio. Estes podem pois oscilar em torno do seu nível estacionário em função da existência de estruturas dissipativas. Os seres vivos situados no seio destes sistemas não isolados funcionando longe da sua posição de equilíbrio dispõem de uma certa liberdade de manobra no que respeita à organização dos seus processos energéticos e materiais. Isto significa que, se tais sistemas estão submetidos a perturbações ou a limitações e se não se encontram fixos numa dada forma, podem «lutar contra a entropia» através de uma entrada de neguentropia, adoptando espontaneamente um novo modo de organização que se aparenta a uma mudança radical de morfogénese. Tais pontos de ruptura não são isentos de afinidade com as bifurcações da teoria das catástrofes de Thom (1977, 1980).

Assim, graças à termodinâmica prigoginiana, um determinado número de argumentos encaminha-se no sentido de uma reconciliação entre a termodinâmica clássica e a teoria darwiniana. Por um lado, a aptidão de uma espécie para se reproduzir, a qual, como se viu, desde Darwin que foi considerada como um dos pontos chave da teoria da evolução, é uma função da diversidade genética e, logo, simultaneamente, da quantidade de informação estruturante disponível e da complexidade sistémica devida à

66 Martinez-Alier (1987) retraza a história da ideia que se pode resumir pela «vida contra a entropia». Ele nota que esta estava em circulação nos anos 1890 e que se pode encontrá-la igualmente, tanto no geólogo John Joly, segundo o qual «as acções associadas à vitalidade retardam a dissipação de energia», como no físico F. Auerbach, sob o nome de ektropia.

67 A este respeito, pode citar-se Passet (1890, pp. 14-15), que escreve, acerca das estruturas dissipativas: «A sua existência constitui um fenómeno geral. Os exemplos evocados situam-se ao nível da organização supramolecular, mas encontram-se também em química e, numa certa medida, em biologia molecular. E, sobretudo, o caso de um sistema aberto, atravessado por um fluxo energético constantemente renovado, corresponde à situação do nosso planeta, submetido a um afluxo regular de energia solar que permanentemente irradia, mas do qual uma parte, captada pelos vegetais verdes e transmitida ao longo das cadeias alimentares, é utilizada para manter a evolução complexificante da vida. Este é, portanto, também o caso de tudo aquilo que, individual ou colectivo, vive sobre este planeta.»

evolução anterior, relativamente às quais se explicou que ambas podiam receber interpretações em termos de termodinâmica prigoginiana. Por outro lado, Lotka (1924) demonstrou claramente a conexão entre energética e evolução, encontrando-se, neste sentido, na origem da ideia (que pôde, de seguida, conhecer algum desvio<sup>68</sup>) segundo a qual a evolução passa pelo modo como é utilizada a energia. Para ele, a lei da evolução adquire a forma particular de lei do fluxo máximo de energia ou princípio do máximo de potência: dado que existe um abundante excedente de energia disponível proveniente do Sol, as espécies que melhor souberem captar este excedente crescerão em extensão e este mesmo crescimento aumentará o fluxo de energia disponível no conjunto do sistema. Na mesma perspectiva, MacArthur e Wilson (1967) propuseram um modelo de selecção natural baseado em dois tipos de estratégias de reprodução a que recorrem os seres vivos. Eles distinguem o caso de populações, espécies oportunistas de meios não saturados ou em mudança, cujo valor selectivo (quer dizer, o critério pelo qual se opera a selecção) é de facto a taxa de reprodução  $r$  e o de populações estacionárias de meios saturados e estáveis, cujo valor selectivo é representado por  $K$  (a carga biótica máxima). Na primeira selecção, independente da densidade, dominam os genótipos<sup>69</sup> mais «produtivos» em termos de taxa de reprodução da espécie (maximização de  $r$ ), mesmo se estes são «esbanjadores» em termos de utilização de energia<sup>70</sup>. Na segunda selecção, dependente da densidade, dominam<sup>71</sup> os genótipos mais eficientes, ou seja os que convertem a energia do seu alimento em novos reprodutores com o melhor rendimento (maximização de  $K$ ). Na realidade, a maioria das espécies situa-se algures entre estes dois extremos, sobre um *continuum*  $r-K$ .

#### 4.1.2. UMA PLURALIDADE DE INTERPRETAÇÕES ECONÓMICAS

A influência do paradigma do vivo distingue-se em economia naquilo a que é convencionalmente chamado as «teorias evolucionistas». Todavia, a utilização do tema da evolução em economia toma hoje diversas formas. É, por exemplo, indispensável distinguir as análises económicas que se

68 Acerca do desvio sociobiológico oriundo desta ideia, ver Martinez-Alier (1987).

69 O genótipo representa o património genético de um indivíduo dependente dos genes herdados dos seus pais. O fenótipo representa o conjunto das características individuais correspondentes a uma realização do genótipo.

70 Pode-se considerar que estas espécies «investem» a energia principalmente no esforço de reprodução. Elas vão procurar produzir o máximo de descendentes e colonizar assim o território disponível. Estas espécies oportunistas conhecerão pois uma forte instabilidade, com flutuações de população de grande amplitude. Um exemplo deste tipo poderia ser o da pulga.

71 Pode-se considerar que estas espécies «investem» a energia principalmente no esforço de manutenção (armazenamento de reservas, cuidados com a progenitura). Elas produzem poucos descendentes, os quais optimizam a sobrevivência. Possuem efectivos bastante estáveis. Um exemplo deste tipo poderia ser o do elefante.

referem unicamente a uma interpretação da teoria darwiniana da evolução daquelas que integram os ensinamentos da termodinâmica do não equilíbrio.

Da primeira categoria releva a aplicação directa do neodarwinismo à economia. Na linha sociobiologista de Dawkins (1976) ou de Becker (1976), toda uma literatura se esforçou por procurar os fundamentos de determinadas hipóteses de comportamento económico geralmente adoptadas pela corrente neoclássica, particularmente a hipótese do egoísmo dos indivíduos. Viu-se surgir uma modelização em termos de teoria dos jogos, indicando em que condições (reprodução assexuada, reprodução sexuada, imitação de comportamentos) o gene do egoísmo ou o do altruísmo podiam ou não propagar-se numa população (Bergstrom e Stark, 1993).

Dependem, desde já, da segunda categoria as abordagens que consistem em utilizar o quadro analítico da teoria da evolução para tratar de outros objectos que não a genética e as suas conexões económicas. O esquema explicativo evolucionista consiste assim em ver como as características (*patterns*) são reproduzidas, mesmo estando submetidas a uma pressão selectiva. Os domínios de aplicação são variados (Nelson e Winter, 1982): economia da transformação técnica (Dosi, Freeman, Nelson, Silverberg, Soete, 1988), economia das instituições (Radzicki, 1990). Perguntar-se-á, por exemplo, por que processo se vê seleccionada uma trajectória técnica, entre todas as trajectórias possíveis<sup>72</sup>, ou então como é que as instituições de cooperação se podem desenvolver<sup>73</sup>. Na generalidade, estas formalizações, baseadas na teoria dos sistemas auto-organizadores, aplicam-se a toda a evolução de sistemas complexos, quer estes dependam das ciências da natureza, das ciências da vida ou das ciências sociais.

Pertencem também a esta segunda categoria análises que utilizam o quadro prigoginiano de modo mais metafórico. Estas consistem em considerar dependente da evolução qualquer alteração económica gradual irreversível. Podem-se ligar a esta perspectiva os trabalhos actuais que privilegiam os conceitos de irreversibilidade, de não linearidade, de efeito de estufa, de mutação e de bifurcação. Os recentes avanços em matéria de teoria do crescimento são a este respeito particularmente reveladores. Doravante, a senda do crescimento já não é única, visto poderem surgir bifurcações de que resultem oscilações de um equilíbrio dinâmico para outro. Assim, posição inicial do sistema é importante para determinar o tipo de evolução que será observada. Através da introdução de acasos de

72 Ver também, em David (1985), o célebre exemplo do teclado QWERTY das máquinas de escrever anglo-saxónicas.

73 Por exemplo, Axelrod (1984) mostra que um mecanismo evolucionista no qual as estratégias cooperativas sejam favorecidas no processo de selecção e as estratégias não cooperativas rejeitadas pode, evidentemente, fazer emergir a tempo unicamente estratégias cooperativas. Demonstra-o com a ajuda de programas de computador que apresentam diversas estratégias de jogo no dilema do prisioneiro.

stock, demonstra-se então que o estado final do sistema pode depender de acontecimentos, assim como de flutuações que intervenham na fase inicial. Isto faz aliás dizer a Boyer, Chavance e Godard (1991, p. 17) que «a termodinâmica não linear não deixou de influenciar o renovamento do interesse dos economistas pelos sistemas dinâmicos, eles próprios não lineares». Com efeito, a interpretação do sistema económico como conjunto de estruturas dissipativas permite, por um lado, compreender melhor as mutações económicas, as quais surgem como as etapas de um processo de morfogénese e, por outro lado, introduzir uma nova visão da irreversibilidade, a qual já não é determinista, mas sim submetida a «novidades» ou a «surpresas».

## 4.2. O PARADIGMA DO VIVO: NO CENTRO DA ECONOMIA ECOLÓGICA

Pode-se contudo assinalar que todas estas análises perdem de vista o facto da termodinâmica prigogineana completar, sem os recusar, os ensinamentos da termodinâmica clássica. Elas têm portanto tendência a esquecer totalmente a primeira e, sobretudo, a segunda lei da termodinâmica, que permitiram a visão circular das relações entre a economia e o meio natural, tão bem representada pela figura 1.3, proposta pela Escola de Londres.

Isso significa que a verdadeira amplitude da contribuição do paradigma do vivo só se pode compreender no quadro de uma análise das relações entre economia e meio ambiente.

### 4.2.1. A «COEVOLUÇÃO»: A INSTABILIDADE DAS BARREIRAS ECOLÓGICAS ABSOLUTAS

Provavelmente, é nos trabalhos da nova escola qualificada de economia ecológica (*Ecological Economics*) que a influência deste paradigma é mais manifesta e mais interessante. A economia ecológica define-se a si própria da seguinte maneira: «A economia ecológica difere da ecologia convencional pela importância que atribui ao homem enquanto espécie e pelo relevo que dá à importância mútua da evolução cultural e biológica.» (Costanza, 1989, p. 4.) Mesmo se alguns dos seus defensores, como Daly, estão mais próximos do paradigma precedente, é clara a sua inspiração evolucionista: «O conceito de evolução é, simultaneamente, uma noção-guia para a ecologia e para a economia biológica. A evolução é o processo de transformação nos sistemas complexos através da selecção de traços transmissíveis. Quer estes traços sejam as formas e as características programadas do comportamento dos organismos, transmitidos geneticamente, ou as instituições e os comportamentos culturais transmitidos através dos artefactos culturais, livros, ou contos junto à lareira, todos eles resultam de processos de evolução. A evolução implica um sistema de

adaptação dinâmico de não equilíbrio, em vez do sistema de equilíbrio estático que a economia tradicional frequentemente admite por hipótese.» (Costanza, 1989, p. 6<sup>74</sup>.)

Através do conceito de «coevolução», desenvolvido por Norgaard (1984, 1988) e que constitui uma das maiores referências desta corrente, apreende-se todo o interesse desta influência evolucionista. A coevolução é um conceito derivado directamente da biologia segundo o qual um processo de evolução se baseia na interacção recíproca de duas espécies interagindo de forma estreita. Norgaard estendeu-o às interacções que podem existir entre dois sistemas evolutivos, no caso o sistema socioeconómico e o sistema ecológico. A coevolução existe quando sobrevém uma alteração numa parte de um dos sistemas que provoca alterações múltiplas nos mecanismos de retroacção. Para Norgaard, esta interacção coevolutiva entre sistemas ecológicos e sociais passa pelos fluxos energéticos. Existe um excedente energético a partir do momento em que os fluxos de energia disponível representam «mais do que aquilo de que o sistema ecológico necessita para manter a mescla actual que caracteriza a biomassa e mais do que aquilo de que o sistema social necessita para manter o montante e a repartição do bem-estar da sua população. Do excedente de energia pode, seja intencionalmente seja fortuitamente, resultar uma nova interacção entre sistema social e sistema ecológico. O desenvolvimento coevolutivo produz-se se 1) esta nova interacção é preferida pela sociedade, qualquer que seja a combinação de meios individuais ou colectivos pelos quais a sociedade age sobre as preferências, 2) a interacção tem como resultado um excedente energético permanente, e se 3) este excedente é dirigido para novas alterações preferidas» (Norgaard, 1988). Observa-se que, para Norgaard, o desenvolvimento coevolutivo tem necessariamente um carácter cumulativo.

Norgaard (1992, p. 79) exprime também esta «coevolução» numa linguagem tipicamente evolucionista: «Os homens tomaram parte neste processo de evolução que começou há três milhões de anos (...). Os homens antigos exerceram uma pressão selectiva sobre as espécies através da caça e da colheita. Ao mesmo tempo, a caça e a colheita seleccionaram como caçadores e colhedores efectivos os homens mais capazes, simultaneamente, de sobreviver e de ter um grande número de filhos. Mais tarde, os homens exerceram uma pressão selectiva sobre a biosfera através das suas práticas agrícolas de desflorestação e de arroteamento, eliminando certas espécies e encorajando outras, seleccionando as variedades mais produtivas, enriquecendo o solo e até mesmo irrigando-o. Estas transformações facilitaram a evolução de espécies incapazes de sobreviver sem o homem. A agricultura, em contrapartida, seleccionou de entre os humanos capacidades de percep-

74 Costanza (1989, p. 6) observa, algumas linhas mais longe: «A economia ecológica utiliza uma definição extensiva do termo "evolução" para nele incluir tanto a transformação biológica como a transformação cultural.»

ção e qualidades físicas diferentes das requeridas pela caça e a colheita. Os homens e o seu meio ambiente tinham coevoluído.»

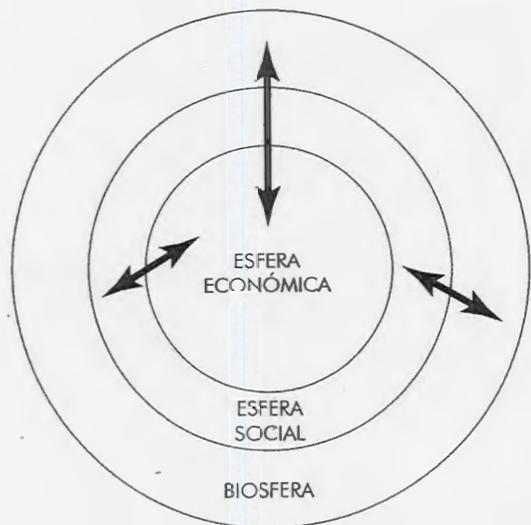
Alguns, como Passet (1979), exprimem uma ideia comparável numa óptica menos darwiniana e mais sistémica. Este retoma a análise de Prigogine e Stengers (1979), que consideram que a economia se apresenta como um sistema aberto vivendo das suas trocas materiais e energéticas com o seu meio ambiente e recebendo uma fonte de neguentropia da informação estruturante que a percorre.

«Ora, o económico, actividade racional levada a cabo por seres conscientes, é, por essência, transformação da natureza. As suas relações com esta última situam-se a dois níveis: – o de um levantamento de materiais aos quais são dadas formas úteis (e que, logo, se encontram "informados", no sentido aristotélico do termo); deste ponto de vista, trata-se de uma actividade estruturante, criadora de ordem, participante no desenvolvimento da vida; – o de uma restituição de produtos residuais que se encontram "deformados" após utilização; e, nisso, o económico surge como uma actividade desestruturante, destruidora de ordem, ou seja contribuindo para a degradação do meio no qual se desenvolve. A este propósito, falar-se-á mais longe de neguentropia e de entropia.» (Passet, 1979, p. 12-13).

Em razão da interdependência ou, mais exactamente, da «coevolução» dos sistemas socioeconómicos e ecológicos, os quais se podem representar (fig. 1.6 da página seguinte) sob a forma de três esferas imbricadas, como propõe Passet (1979), o desregulamento pela esfera económica da esfera ecológica que a engloba não deixa de surtir efeito sobre si própria. Para além de um determinado limiar de perturbações sofridas, os níveis inferiores retroactúan de modo mais ou menos violento. O sistema ecológico pode suportar que a economia transgrida as suas leis enquanto as suas condições de equilíbrio fundamentais não forem postas em causa. Em contrapartida, quando os impactos ameaçam a sua reprodução e os seus mecanismos de regulação, irrompem reacções que conduzem a pontos de bifurcação que marcam então as mudanças possíveis da morfogénese a partir das quais aparece um novo estado.

De facto, na análise dos laços entre economia e meio ambiente que este novo paradigma oferece, é manifesto que os homens, nas suas actividades produtivas, não são apenas utilizadores de energia e de matéria prima submetidas à entropia, mas que são também inventores e construtores, na origem de informação ou de neguentropia. Não se põem em causa, nem os ensinamentos da termodinâmica clássica, nem o interesse da visão aberta que esta oferece acerca dos laços entre economia e meio ambiente. É bem conservada a ideia de irreversibilidade, embora esta irreversibilidade seja entendida como criadora. É nesta perspectiva que a noção schumpeteriana de «destruição criadora» aplicada à economia dos recursos naturais e do meio ambiente ganha toda a sua pertinência. Por outras palavras, há certamente que ter em conta as barreiras ecológicas absolutas impostas pelas duas primeiras leis da termodinâmica, mas estas barreiras não devem ser consideradas como fixas ou constantes. Elas modificam-se em função da

«coevolução». Elas são instáveis. O meio ambiente não é pois unicamente fonte de barreiras exercidas sobre o sistema económico e, em particular, sobre o crescimento económico. Este pode ser também fonte



(Segundo Passet, 1979.)

Figura 1.6 – As três esferas

de oportunidades e de aberturas, por exemplo incitando a novas formas de organização económica provenientes, seja de uma alteração tecnológica maior, tal como a que um recurso generalizado à energia solar poderia induzir, seja de uma modificação do modo de regulação, seja ainda do aparecimento de novas formas de necessidades <sup>75</sup>.

<sup>75</sup> Debeir, Deléage, Hémerly (1986) mostram que é só a partir do momento em que o homem, para além da energia mecânica fornecida pela força física do seu próprio corpo e do dom gratuito da natureza, proveniente da energia solar, utilizou fontes energéticas adicionais, tais como os animais ou a madeira, e que aprendeu a captar esta energia solar através da agricultura, que um excedente pôde ser libertado. Só o aparecimento deste excedente permitiu ao homem consagrar-se a outras actividades para além das da sua própria sobrevivência e realizar um «salto em frente». A sucessão de formas energéticas não faz senão incrementar este excedente, pondo em marcha o desenvolvimento económico. Cada metamorfose do sistema energético modificou profundamente as estruturas do sistema económico, podendo-se mesmo dizer que a passagem de uma grande mutação económica para outra se faz simultaneamente a uma alteração radical da natureza das fontes energéticas dominantes.

A «invenção» e a «inovação» surgem como fontes da neguentropia e manifestam-se por via do progresso técnico. Assim, a abordagem dita «neo-austríaca» do meio ambiente (Faber, 1985; Faber e Proops, 1990; Faber, Niemes, Stephan, 1987; Proops, 1985), parte integrante da escola da economia ecológica, tem por objectivo desenvolver modelos de interacção a longo prazo entre economia e meio ambiente, fazendo intervir em simultâneo as leis da termodinâmica e a noção de evolução através da inovação. Esta dupla referência é explícita: para Faber e Proops (1990), com efeito, a assimetria temporal, ou seja o facto de que o passado conhecido se opõe ao futuro desconhecido, é acompanhada por uma dupla irreversibilidade, simbolizada pelas «duas setas temporais». A primeira seta é a da degradação e da dissipação, tais como as descreve a lei da entropia. A segunda seta é a do desenvolvimento e da evolução, em que os sistemas mais simples se tornam complexos e em que despontam a evolução e a diferenciação das espécies (Benhaim, Schembri, 1995).

Os neo-austríacos juntam-se aí a uma ideia avançada por Norgaard, quando este se opõe ao estado estacionário de Daly: graças ao progresso tecnológico, a lei da entropia pode ser contrabalançada por uma melhor utilização da energia solar, a qual apresenta a vantagem de ser inesgotável e não poluente. Esta posição não é contudo similar à dos teóricos ditos da *backstop technology*, segundo os quais não é útil preocupar-se com as barreiras ambientais visto que, com o progresso técnico, acabar-se-á sempre por desenvolver uma nova fonte energética (no caso, a energia solar) sobre uma base inesgotável. Com efeito, os autores que se conformam com a chegada da *backstop technology* não têm em conta, nem a incerteza ligada a esta eventualidade, nem a fase de transição, que pode ocasionar alterações irreversíveis do sistema ecológico. Por exemplo, se nada for feito contra o aumento do efeito estufa, à espera que a *backstop technology* esteja disponível, é altamente possível que no dia da sua chegada os humanos já não estejam cá para beneficiar de todas as suas mercês.

«Dado o nosso alto nível de incerteza (...), é irracional apostar na capacidade da tecnologia para ultrapassar as barreiras dos recursos. Se nós nos enganássemos, então o resultado seria a destruição desastrosa e irreversível da nossa base de recursos e da nossa própria civilização. Deverá supor-se, pelo menos no tempo presente, que a tecnologia não será capaz de ultrapassar os limites em recursos. Se o for, ficaremos agradavelmente surpreendidos. Se não o for, teremos pelo menos conseguido um sistema sustentável.» (Costanza, 1991a, p. 7.)

Nesta óptica, as instituições têm um importante papel a desempenhar. É indispensável que as sociedades humanas inflictam os sistemas tecnológicos na direcção rumo à qual estes tentam espontaneamente dirigir-se, tal como o faz qualquer estrutura dissipável quando a sua trajectória encontra um ponto crítico. De onde o desenvolvimento, desde o início dos anos 90, da chamada corrente dos institucionalistas do meio ambiente (Södermaum, Opschoor, Dietz, Van der Straaten), os quais partilham também as abordagens da escola da economia ecológica em matéria de

coevolução<sup>76</sup>. A fim de evitar o peso e o risco da «ditadura ecológica», que instituições em que as decisões fossem tomadas por «um déspota iluminado», ao nível mundial, fariam correr, preconizam princípios muito próximos «do princípio de barreira mínima», ou ainda da «descentralização por níveis de organização», propostos por René Passet. «Este princípio parece consistir em que qualquer decisão deveria ser tomada “ao” e “através do” nível de organização em que desenvolve as suas consequências; “mais” e “menos” são igualmente nefastos. Por outras palavras, uma poluição de carácter local apenas deveria implicar uma decisão ao nível de uma instituição territorial ou nacional; enquanto que uma poluição de carácter global necessita da actuação de instituições mundializadas.» (Passet, 1979, p. 233). Por outro lado, se o mercado permite regular o problema ambiental em questão, por exemplo, por via da internalização dos efeitos externos, não é necessário recorrer a uma outra forma de instituição. Do mesmo modo, as escolhas efectuadas aos diferentes níveis institucionais devem ser provenientes de um verdadeiro processo deliberativo, a fim de evitar ao máximo as más escolhas do tipo *lock in* (Arthur, 1989). Contudo, deve-se particularizar que poucas modalidades práticas são propostas pelos institucionalistas do ambiente, os quais, de momento, não ultrapassaram o estágio do programa de pesquisa e ainda relacionam mal a sua problemática com a questão da génese de instituições face às solicitações do meio ambiente (Froger, 1993).

#### 4.2.2. UMA GESTÃO DA MULTIDIMENSIONALIDADE

No fundo, os membros da escola da economia ecológica encontram-se a meio caminho entre o optimismo *irrazoável*\* das análises económicas dos recursos naturais e do meio ambiente, inscrevendo-se na mais pura ortodoxia neoclássica, e o pessimismo igualmente *irrazoável* das abordagens do estado estacionário. Eles definem-se a si mesmos como «cépticos prudentes» (Costanza, 1991a), deixando uma grande parte da iniciativa ao próprio homem ou, mais exactamente, às sociedades humanas, a fim de gerar a coevolução dos sistemas económicos e ecológicos.

Isto explica que os autores da corrente da economia ecológica utilizem complementarmente as ferramentas, avaliações, conceitos e modelos da

76 Swaney (1987, p. 295), por exemplo, estima que uma «abordagem holista dos sistemas para considerar os problemas ambientais deve iniciar-se pelo reconhecimento de que os sistemas socioeconómicos coevoluem com os sistemas naturais». Escreve também: «A inserção da coevolução sobre a árvore institucional torna o modelo neo-institucionalista ainda mais holista. Este modelo assim alargado é igualmente mais evolucionista, porque integra progressos recentes da ecologia que mostram que a evolução humana não intervém de modo isolado relativamente às dos outros sistemas mas, pelo contrário, em interacção com aqueles. (...) Esta inserção clarifica e enriquece o nosso paradigma.» (Swaney, 1985, p. 852.)

\* *Irraisonné* no original. (N.E.)

economia *standard* e os da ecologia ou mesmo da termodinâmica. A sua abordagem dos problemas do meio ambiente e dos recursos naturais é não só multidimensional, mas igualmente multidisciplinar. É nesta perspectiva que alguns utilizam simultaneamente as avaliações baseadas nas preferências individuais ou colectivas e aquelas que resultam da análise energética; estas últimas permitem elaborar indicadores que assinalam mais rapidamente o alcançar de determinados limiares ambientais críticos do que o fariam os indicadores do mercado, tais como os preços. Com efeito, ao nível do sistema ecológico, a avaliação monetária não existe. Antes de se repercutir na esfera económica, uma perturbação ambiental só será pois perceptível por meio de instrumentos de medida biológicos ou físicos. A avaliação energética oferece, neste domínio, um meio de agregar determinadas indicações físicas, tais como o tempo de reconstituição de um recurso (ver capítulo 8).

Do mesmo modo, todos os avanços da economia padrão em matéria de endogeneização e de medida do progresso técnico, assim como os efectuados no estudo da substituíbilidade entre factores de produção, interessam em primeiro lugar aos autores da abordagem da economia ecológica. Recorde-se com efeito que estes não se preocupam somente com as irreversibilidades e as incertezas que se manifestam no sentido economia-meio ambiente, mas igualmente com as existentes no sentido meio ambiente-economia; é aliás isto que as diferencia essencialmente dos autores que apenas integram os ensinamentos da escola termodinâmica. Nestas condições, o homem tem uma importância e uma responsabilidade superiores às de todas as outras espécies; é simultaneamente o responsável pela insustentabilidade e o garante da sustentabilidade, visto ser o único a estar em condições de inflectir a tendência entrópica do sistema. Logo, o ponto de vista desta escola mantém-se fundamentalmente antropocêntrico. Sem embargo, ela associa utilitarismo e não utilitarismo, presentismo e «futurismo», graças à tomada em consideração e à gestão das temporalidades próprias de cada sistema em coevolução. A análise da assimetria do tempo pela abordagem neo-austríaca é a este respeito particularmente reveladora. Esta parece, em particular, tratar da mesma forma simultaneamente a equidade intra e intergeracional. Esta equidade intergeracional parece ser, aliás, tanto melhor apreendida quanto não se recorre unicamente a uma avaliação baseada nas preferências para a gestão dos bens e serviços ambientais. Através da utilização de medições físicas, apercebemo-nos da temporalidade ecológica e, do mesmo modo, resolve-se o problema, subjacente a qualquer avaliação ambiental fundada na revelação das preferências, colocado pela diferença de temporalidade entre a esperança de vida das sociedades humanas e a dos indivíduos.

Finalmente, para a economia ecológica, a optimização já não é a regra, não só devido à incerteza quanto ao devir coevolutivo dos sistemas económicos e ecológicos, mas também porque neste domínio as funções-objectivos são múltiplas. Ao lado dos objectivos económicos e sociais devem ser integrados objectivos ecológicos, os quais estão em inter-relação

## OS RECURSOS NATURAIS E O MEIO AMBIENTE NO PENSAMENTO ECONÓMICO

com os primeiros. É pois preciso definir, entre diferentes opções possíveis, as soluções «satisfatórias», segundo o princípio simoniano da racionalidade processual. Este princípio, igualmente qualificado de princípio dos fins intermédios, está bem adaptado às situações em que os dados do problema de optimização não se encontram inteiramente definidos. Pode aliás recordar-se a este respeito que o próprio Simon indica (1978, p. 504) que os domínios em que uma teoria da racionalidade processual é útil «são os domínios que são demasiado complexos ou demasiado sujeitos à incerteza ou que evoluem demasiado rapidamente para permitir descobrir objectivamente a acção óptima a empreender». Para o nosso propósito, é particularmente interessante notar que, entre os exemplos dados por Simon, se encontram problemas ambientais como as chuvas ácidas ou a mudança climática (Simon, 1991, p. 267). Esta desconfiança a respeito da optimização explica porque numerosos autores que se reclamam da economia ecológica tendem a privilegiar os modelos de simulação, particularmente da modelização sistémica (Méral, Schembri, Zyla, 1994).

Pode-se entretanto notar que a economia ecológica, apesar das grandes promessas que deixa entrever, constitui essencialmente um programa de pesquisa e não se reveste ainda de um carácter estabilizado. A importância e a parada da tarefa não devem ser subestimadas. Para a economia ecológica, a questão trata-se de convencer que é preciso abandonar a ideia de construir uma economia *dos* recursos naturais e do meio ambiente para reconstruir a economia *com* os recursos naturais e o meio ambiente, propondo em simultâneo os meios para atingir este fim (Faucheux e Passet, 1995).

O interesse da ciência económica pela natureza aumentou fortemente desde os anos 70, a julgar pelo número de publicações, pela constituição de revistas especializadas<sup>1</sup>, pela multiplicação de colóquios e, sobretudo, pelo desenvolvimento de um verdadeiro *corpus* teórico, não só por parte da análise económica padrão, mas também por parte de correntes mais heterodoxas, como já se pôde ver no decurso do capítulo precedente. Entretanto, em 1970, este interesse não nasceu do nada e o desenvolvimento deste *corpus* teórico foi de facto alimentado por diferentes contribuições da história do pensamento económico. É isto que tentamos evidenciar neste capítulo<sup>2</sup>.

O núcleo de análise económica dos recursos naturais e do meio ambiente é fundamentalmente neoclássico e, logo, inscreve-se no paradigma mecanicista. As questões são apreendidas em termos de troca dos bens entre os agentes em função das suas preferências, mas os «bens e serviços naturais» apresentam um determinado número de particularidades, às quais correspondem os seguintes conceitos:

– «recursos naturais», ou «activos naturais», designam o conjunto de bens que não são produzíveis pelo homem; estes recursos são, habitualmente, objecto de uma dupla decomposição: por um lado, em recursos esgotáveis<sup>3</sup>,

1 Por exemplo, *Journal of Environmental Economics and Management* (1974); *Ecological Economics* (1989); *Environmental and Resources Economics* (1991).

2 Fazêmo-lo com modéstia, visto que, como lembrava Pearce (1991, p. 319): «A história da economia do meio ambiente está por escrever.»

3 Por exemplo, o carvão, o petróleo, a platina.

cujo *stock* se encontra em terra, e em recursos renováveis<sup>4</sup>, que são regenerados sobre um horizonte economicamente significativo graças à sua inscrição biofísica e, logo, independentemente de qualquer intervenção humana; e, por outro lado, em recursos mercantis e em recursos livres<sup>5</sup>;

– os «efeitos externos» ou «externalidades», que designam as interdependências entre os agentes económicos, afectando as respectivas funções-objectivos destes últimos, sem ser regulados pela troca voluntária na qual um bem só é cedido em contrapartida de um pagamento reputado representar o seu valor<sup>6</sup>;

– os «bens colectivos», que designam os bens para os quais o consumo não é exclusivo (diversos agentes podem consumir sem inconveniente o mesmo bem)<sup>7</sup>, ou sobre os quais se constata uma impossibilidade teórica ou contingente de definir os direitos de uso exclusivos (o titular dos direitos não pode garantir a exclusividade do uso)<sup>8</sup>.

Aquilo a que tradicionalmente se chama economia dos recursos naturais e do meio ambiente é o desdobramento «destes três conceitos que servem de reserva para unir ao núcleo teórico neoclássico os problemas levantados pela natureza, os quais resultam em primeiro lugar da dupla confrontação do produzível e do não produzível, do mercantil e do não mercantil» (Godard, 1990, p. 5). Neste quadro analítico, a visão linear herdada do paradigma mecanicista impede de apreender plenamente os laços entre consumo de recursos naturais e poluição ou de ver as possibilidades de retroacção do esgotamento dos recursos ou da poluição sobre a economia. É por isto que a análise *standard* da economia dos recursos naturais e do meio ambiente se dissociou historicamente entre uma *economia dos recursos naturais* e uma *economia do meio ambiente*. Determinadas categorias, tais como «os bens colectivos» e as análises daí resultantes, pertencem simultaneamente ao campo da economia dos recursos naturais e ao da economia do meio ambiente.

Aparentemente, foram estas teorias clássicas da produção que forneceram os fundamentos essenciais da teoria dos recursos naturais, enquanto que a análise do meio ambiente, que se confunde frequentemente com a economia da poluição, tem preferencialmente as suas fontes nas teorias neoclássicas da utilidade e do bem-estar. Estes dois pontos serão respectivamente o objecto das secções 1 e 2 deste capítulo.

Quanto às análises críticas face à corrente dominante, estas mostraram a sua pertinência com a emergência do conceito de desenvolvimento

4 Deles fazem parte as florestas ou as pescas.

5 Este é o caso do ar ou, ainda, do solo sob forma de receptáculo de desperdícios. Estes são recursos gratuitos que se utiliza sem procurar saber se são raros ou não do ponto de vista ecológico.

6 É este o caso da poluição do ar ou da água.

7 Por exemplo, uma paisagem cujo valor estético possa ser «consumido» por numerosos indivíduos.

8 Este é, por exemplo, o caso no que respeita à camada de ozono.

sustentável. Este implica, por um lado, uma apreensão circular das relações entre economia e meio ambiente que interdita qualquer dissociação entre o tratamento dos recursos e o tratamento da poluição. Implica, por outro lado, uma visão coevolutiva das esferas económicas, sociais e naturais, visto que a sustentabilidade deve apoiar-se nestas três esferas. É por este motivo que, mesmo se a corrente dominante trata abundantemente do desenvolvimento sustentável, particularmente em análises macroeconómicas, este tema constitui o terreno de predilecção das abordagens dependentes dos paradigmas termodinâmicos e do vivo. Estes últimos puderam encontrar uma fonte de inspiração antiga no pensamento económico com, por um lado, aquilo que Baumol (1951) denominou «a dinâmica grandiosa dos clássicos», cuja conclusão é o fim da acumulação no estado estacionário, e, por outro lado, com as teorias da reprodução. É isto o que nos propomos expor na secção 3 deste capítulo.

## 1. A TEORIA DOS RECURSOS NATURAIS, OBJECTO DA TEORIA DA PRODUÇÃO

Os recursos naturais estão presentes nas primeiras reflexões económicas já que se revelam indispensáveis à produção de riquezas económicas. Entretanto, a partir do século XIX, assiste-se, com o despontar da teoria neoclássica, a uma exclusão progressiva dos recursos naturais do campo da análise. Contudo, a partir de 1970, esta mesma abordagem neoclássica vai desenvolver uma verdadeira teoria dos recursos naturais cujos instrumentos e os conceitos resultam sem ambiguidade da teoria da produção. Propomo-nos retrazar brevemente esta evolução.

### 1.1. OS RECURSOS NATURAIS NO CENTRO DAS TEORIAS CLÁSSICAS DA PRODUÇÃO

Thomas Hobbes utiliza em 1651 o modelo «harveyiano» de circulação dos elementos nutritivos no sangue como metáfora explicativa da produção dos elementos constitutivos da riqueza. A terra e o mar, símbolos da natureza em sentido lato, fornecem-lhes as matérias-primas que, após extracção, são transformadas e, de seguida, encaminhadas para os utentes. Tenha esta metáfora fisiológica sido ou não esquecida, os conceitos desenvolvidos por Petty, Cantillon, os fisiocratas, a escola clássica inglesa, assim como por Marx e Engels continuaram a exprimir esta dimensão natural da origem da produção económica. Todos mantiveram o conjunto dos recursos naturais e o trabalho como os dois únicos factores originais da produção, no sentido de Böhm-Bawerk, ou como os «bens fundamentais» por excelência, segundo a terminologia de Sraffa. O capital (no sentido estrito do termo) é com bastante frequência considerado como

um factor «produto» ou intermédio, cuja produção depende em última análise dos recursos naturais e do trabalho.

O progresso das reflexões acerca da teoria do valor ocultou parcialmente esta abordagem global da produção. Teve-se desde então tendência para dar unicamente relevo aos bens mercantis, aos quais justamente não se ligam a maior parte dos bens e serviços naturais dispensados gratuitamente. Nestas condições, a partir dos clássicos, se os recursos naturais continuam claramente a desempenhar um papel central na produção, só os recursos naturais mercantis, ou seja os recursos esgotáveis (energia fóssil e matérias-primas), assim como a terra, são objecto da ciência económica.

### 1.1.1. OS RECURSOS NATURAIS NO CENTRO DO CIRCUITO FISIOCRÁTICO

No meio do século XVIII, a economia francesa situa-se ainda na zona a que se pode chamar, depois de Passet, «zona do mínimo vital», na medida em que nesta predominam os consumos alimentares. Toda a actividade económica e social se encontra ligada à colheita de trigo, o que justifica a famosa frase do marquês de Mirabeau: «Toda a política parte de um grão de trigo.»

Os fisiocratas, assim como alguns dos seus antecessores, tais como Boisguillebert ou Cantillon, consideram que é graças à riqueza que se pode satisfazer as necessidades fisiológicas mais elementares e mais indispensáveis à economia. Ora, a riqueza não pode provir senão da terra ou, mais exactamente, dos seus produtos.

Há contudo que compreender que a terra, para os fisiocratas, não constitui senão um símbolo, — o do conjunto dos fluxos benéficos directos e indirectos dispensados pela natureza, ou seja o símbolo do conjunto dos recursos naturais<sup>9</sup>. A classe produtiva engloba, não só os agricultores, mas igualmente, o que é menos frequentemente evocado, os artífices encarregues de extrair os recursos naturais do solo e de os transformar em matéria-prima. As actividades produtivas libertam o «produto bruto», ou seja um excesso, ou ainda uma multiplicação espontânea de quantidades físicas. Esta última encontra a sua origem na associação das forças naturais e do trabalho do artífice.

Deste modo, a agricultura, não mais que a indústria, não cria produtos *ex nihilo*. Entretanto, a associação natureza-trabalho ou, mais exactamente, a contribuição dos recursos naturais, é mais imediata e mais visível através dos resultados da agricultura. Esta é efectivamente a única

<sup>9</sup> «Todas as mercadorias do Estado saem directa ou indirectamente das mãos do reideiro. É a terra que produz todas as coisas excepto o peixe, mas ainda é preciso que os pescadores que apanham o peixe sejam sustentados pelo produto da terra.» (Cantillon, 1755.) «Que o soberano e a nação nunca percarn de vista que a terra é a única fonte das suas riquezas.» (Quesnay, 1774.) «A terra é a mãe de todos os bens.» (Mirabeau, 1760.)

profissão em que «a natureza se digna trabalhar meses inteiros em recompensa por alguns dias de labor da nossa parte» (Mirabeau, 1760). Ademais, ela utiliza directamente uma quantidade de elementos naturais, contrariamente à indústria, que aí recorre de forma indirecta após lhes ter feito sofrer transformações preliminares.

Não é portanto a terra em si que se verifica produtiva, mas antes o seu poder de captação e de combinação de recursos dispensados gratuitamente pela natureza ou que esta armazena ao longo de milénios para os transformar em minerais ou em energia fóssil<sup>10</sup>. O «produto líquido» encontra assim a sua origem num «dom gratuito da natureza», já que «com toda a evidência, ele teve de provir de matéria e de energia em reserva já disponíveis no terreno: fluxo solar não utilizado, CO<sub>2</sub> na atmosfera, água subterrânea, substâncias nutritivas no solo» (Christensen, 1989). O conjunto dos recursos naturais, não só participa na produção como, sobretudo, constitui o seu cerne<sup>11</sup>.

### 1.1.2. DA EXCLUSÃO DOS RECURSOS LIVRES À PREVENÇÃO DOS RECURSOS MERCANTIS: A TEORIA CLÁSSICA DA PRODUÇÃO

Os clássicos atribuem aos recursos naturais um lugar de eleição no seio da sua teoria da produção, visto que lhes reconhecem explicitamente um papel motor, tanto na indústria como na agricultura<sup>12</sup>. A produção é de facto apreendida como uma sequência de actividades de extracção de matérias-primas ou de géneros agrícolas e de transformação destas em objectos de uso.

Todavia, a multiplicação dos produtos e o desenvolvimento dos mercados impeliram os clássicos a adoptar uma verdadeira teoria do valor. Na medida em que «tanto quanto estas possuam uma utilidade, as mercado-

<sup>10</sup> Pode aliás observar-se que Verri (1773), na sua análise da fisiocracia, assinalava já que os produtos agrícolas resultam de elementos naturais presentes no solo, no ar e na água.

<sup>11</sup> Grandamy (1973, p. 25) evoca esta ideia: «Para que as sociedades possam manter constante o nível das suas riquezas, é necessariamente preciso que estas recebam do exterior um fluxo permanente de novas riquezas, reparando em simultâneo as destruições devidas ao consumo. Quesnay reservará o qualificativo de produtivas «às actividades que beneficiam deste fluxo reparador».

<sup>12</sup> «A natureza não faz nada pelo homem que trabalha nas manufacturas? As propriedades do vento e da água que accionam as nossas máquinas e ajudam à navegação não são nada? Não são a pressão atmosférica e a compressibilidade do vapor, que nos permitem fazer funcionar os motores mais prodigiosos, dons da natureza? Sem falar dos efeitos do calor sobre o amolecimento e a fusão dos metais, nem dos efeitos da decomposição da atmosfera nos processos de tintura e de fermentação. Não se pode mencionar nenhuma manufactura na qual a natureza não assista o homem e, para mais, não o faça generosamente e gratuitamente.» (Ricardo, 1821, p. 98.) «O que são os instrumentos naturais da indústria? São os instrumentos que a natureza forneceu gratuitamente ao homem e de que este se serve para criar produtos úteis.» (Say, 1817, p. 58.)

rias obtêm o seu valor de troca de duas fontes: a sua raridade e a quantidade de trabalho necessária para as conseguir» (Ricardo, 1821, p. 52), os valores de troca dos recursos naturais não produtíveis e disponíveis em abundância são, pois, nulos. Logo, um grande número de entre aquelas encontram-se excluídas da área do económico e constituem aquilo que se denomina bens livres<sup>13</sup>.

Com os clássicos, é certo, é estabelecida uma distinção entre o que pertence à natureza e o que pertence ao económico. Todavia, os dois conjuntos não se tornam por isso independentes, já que o primeiro alimenta o segundo e que determinados elementos lhes são comuns. Alguns recursos naturais, com efeito, devido às operações de extracção e de transformação que requerem, ou devido à sua raridade, tornam-se apropriáveis e, logo, transitam para o mercado. Eles são portanto dotados de um valor de troca, especialmente o dos seus custos de extracção e de transformação, e, deste modo, são considerados enquanto bens económicos.

Quanto a estes recursos mercantis, eles vão reter a atenção dos clássicos. Pode notar-se que estes são considerados enquanto capitais. Os clássicos fazem aliás prova de uma verdadeira obstinação em distingui-los dos meios de produção tradicionais (máquinas, edifícios, melhoramentos de terras, talentos úteis) que formam o «capital fixo», enquanto «que as matérias-primas, juntamente com o dinheiro, as reservas de mantimentos e as obras acabadas constituem os «capitais circulantes» (Smith, 1776, p. 135). Ora, verifica-se que todos os «capitais fixos» resultam da combinação dos capitais circulantes<sup>14</sup> e que os capitais circulantes são, em última análise provenientes dos recursos naturais mercantis<sup>15</sup>.

Quanto à terra, em razão da sua limitação em quantidade e da apropriação daí resultante, ela surge obviamente como um recurso natural

mercantil e, logo, apreendido pela análise económica. O seu papel é fundamental, visto condicionar o crescimento económico, quer o favoreça pela sua fecundidade, quer o limite devido à sua escassez, como o evidenciaram Malthus e Ricardo, na sua teoria do rendimento.

Se Ricardo pôde falar de «propriedades indestrutíveis» ou «imperecíveis» da terra, tal não o impediu de fazer desta, não só o factor limitador do seu modelo, mas também o único factor irredutível aos dois outros (trabalho e capital «fixo»), visto que, se as máquinas podem substituir o trabalho em larga escala, só em pequenas proporções podem substituir a terra. Ricardo apercebe-se aliás, a este propósito, que é quando a terra faz mais falta que ela adquire o seu valor máximo, o que o faz observar, com mais de um século de antecedência, que não é desejável para um recurso natural ser admitido no mercado, ou seja, adquirir um valor de troca, porque isto significa que aquele se torna raro ou, por outras palavras, que está em vias de extinção<sup>16</sup>.

Pode-se sublinhar que a noção de terra, entre os clássicos, tal como entre os fisiocratas, raramente é utilizada no sentido estrito que hoje lhe atribuímos, ou seja no sentido de solo. O solo é que é raro, e não a terra. Esta última surge, uma vez mais, como uma espécie de símbolo de todos os fluxos dispensados pela natureza e utilizados pelo sistema produtivo<sup>17</sup>. Além disso, a «superioridade» da terra em relação ao capital «fixo» é sublinhada sem cessar, na medida em que apenas ela pode gerar espontaneamente o alimento e as matérias-primas. Quando Ricardo fala das «propriedades naturais e indestrutíveis» da terra, é a esta combinação de propriedades naturais que se refere, em vez da concepção de uma terra insensível às agressões humanas.

No total, pode dizer-se que, paradoxalmente, os clássicos atribuíram um papel privilegiado aos recursos naturais mercantis, ou seja dotados de um valor de troca, na sua teoria da produção, encontrando-se simu-

13 «(...) As únicas verdadeiras riquezas de que trata a economia política são compostas de coisas que se possui e que têm um valor reconhecido. (...) As riquezas naturais que a natureza nos dá gratuitamente (...) não podem entrar na esfera da economia política, devido ao facto de não poderem ser, nem produzidas, nem distribuídas, nem consumidas.» (Say, 1817, p. 35.)

14 «Qualquer capital fixo provém originariamente de um capital circulante.» (Smith, 1776, tomo 1, p. 362.)

15 É igualmente este o caso do dinheiro, visto que, nesta época, não havia moeda nenhuma sem substância material. As moedas de ouro e de prata constituem a verdadeira moeda. Trata-se portanto de metais preciosos oriundos de minas naturais. «Visto que se retira continuamente uma tão grande parte do capital circulante a fim de o transferir para os outros dois ramos do fundo geral da sociedade, este capital necessita por sua vez de ser renovado através de aprovisionamentos contínuos, sem o que rapidamente seria reduzido a nada. Estes aprovisionamentos são obtidos de três fontes principais: o produto da terra, o das minas e o das pescas. Estas fontes renovam continuamente as provisões de víveres e de materiais, dos quais uma parte é de seguida convertida em produto acabado, substituindo assim no capital circulante os víveres, materiais e produto acabado de que continuamente nos servimos. É também das minas que se extrai aquilo que é necessário para manter e aumentar esta parte do capital circulante, a qual consiste naquilo a que chamamos dinheiro.» (Smith, 1776, tomo 1, p. 363.)

16 «É (...) quando ela é mais abundante, mais produtiva e mais fértil que a terra não produz rendas; somente quando as suas faculdades produtivas diminuem e quando o rendimento do trabalho é menor é que se separa das terras mais férteis uma parte do produto original afim de constituir a renda. É estranho que esta característica da terra, que teria podido ser considerada como uma imperfeição, comparada aos agentes naturais que assistem aos manufactores, tenha sido apresentada como a razão da sua superioridade. Se o ar, a água, a compressibilidade do vapor e a pressão atmosférica fossem de quantidade variável, se eles pudessem ser apropriados e se cada uma das suas qualidades apenas existisse em quantidade moderada, então estes obteriam uma renda, tal como a terra, à medida que se utilizasse as suas sucessivas qualidades.» (Ricardo, 1821, p. 97.)

17 Pode-se, aliás, observar a este respeito que Smith adere explicitamente à concepção fisiocrática do dom gratuito da natureza, como o exprime na frase seguinte: «Ademais, no cultivo da terra, a natureza trabalha conjuntamente com o homem (...). Pode-se considerar esta renda como o produto desta potência da natureza, cujo uso o proprietário presta ao rendeiro (...) É a obra da natureza o que permanece depois de se ter feito a dedução ou o balanço de tudo aquilo que pode ser visto como a obra do homem.» (Smith, 1776, tomo 1, p. 453.)

taneamente na origem da exclusão do campo da análise económica dos recursos naturais não mercantis, ou seja livres, visto que suficientemente abundantes.

### 1.1.3. UMA AMBIGUIDADE NO ESTATUTO DOS RECURSOS NATURAIS EM MARX

Marx e Engels consideram também que o homem, por intermédio do seu trabalho, não pode produzir riqueza material sem o concurso da natureza<sup>18</sup>. Para Marx e Engels, o trabalho, contrariamente à ideia recebida, não é a única fonte de valores. Eles retomam a concepção do trabalho que já havia sido expressa no século XVII por Petty e conservada mais ou menos explicitamente até então, de acordo com a qual «ele é o pai e a terra (na sua acepção mais vasta) é a sua mãe»<sup>19</sup>. A sua posição é, afinal, bastante próxima da dos fisiocratas, visto que estes não marcam verdadeiramente uma fronteira entre o económico e a natureza, e que o conjunto dos recursos naturais lhes aparece como um objecto da parte inteira da análise económica.

Se Marx retoma, como se sabe, a velha distinção entre valor de uso e valor de troca, ele estabelece contudo, tal como os fisiocratas, a anterioridade do primeiro sobre o segundo, na medida em que todo o valor de troca deve, em primeiro lugar, ser valor de uso<sup>20</sup>. Com efeito, uma mercadoria só é dotada de um valor de troca quando entra na esfera da circulação. Antes, não passa de um objecto de uso. O valor de troca não é portanto uma propriedade intrínseca da mercadoria, como para os clássicos, que viam nela uma propriedade inteiramente natural. É, antes do mais, o valor de uso que corresponde a tal propriedade. Ora, os bens naturais, gratuitos, apresentam justamente a particularidade de serem exclusivamente valores de uso<sup>21</sup>.

Marx e Engels não excluem pois *a priori* os recursos naturais do campo da análise económica. Entretanto, eles não insistem suficientemente

18 «O trabalho, diziam os economistas, é a fonte de toda a riqueza. É-o efectivamente, conjuntamente com a natureza que lhe fornece a matéria que ele transforma em riqueza» (Engels); «O homem não pode de modo algum proceder do mesmo modo que a própria natureza, ou seja não faz mais do que mudar a forma das matérias. Para mais, nesta obra de simples transformação, ele é constantemente sustido pelas forças naturais» (Marx).

19 «A terra, do mesmo modo que fornece ao homem, desde o início, víveres já preparados, é também objecto universal de trabalho, o qual se encontra aí incluído sem se ver. Todas as coisas que o trabalho apenas separa da sua conexão imediata com a terra são objectos de trabalho por graça da natureza.» (Marx, 1867, I, 1, p. 181.)

20 «Os valores de uso só se realizam no uso ou no consumo. Estes formam a matéria da riqueza, qualquer que seja a forma social desta riqueza. Na sociedade que temos de examinar, eles são ao mesmo tempo os suportes dos valores de troca.» (Marx, 1867, I, 1, p. 52.)

21 «Uma coisa pode ser um valor de uso sem ser um valor. Basta para isso que ela seja útil ao homem sem que provenha do seu trabalho. Tais são o ar, as pradarias naturais, um solo virgem, etc.» (Marx, 1867, I, 1, p. 56.)

neste ponto na sua obra económica, visto que aquilo que lhes interessa é o funcionamento de um sistema económico particular, o sistema capitalista, cujo campo é circunscrito pelo das mercadorias. Ora, uma mercadoria define-se como um valor de uso dotado de um valor de troca. É aliás no cerne deste valor de troca que se situa o «mistério» do sistema capitalista, o que explica a razão porque Marx e Engels concentram o essencial dos seus esforços sobre a esfera capitalista e, logo, mercantil, da produção, aquela que cria o valor (de troca). Logo, privilegiam o estudo das relações e da reprodução dos capitais «mercantis», ou seja a reprodução do capital variável (força de trabalho) enquanto factor deste modo de produção, em detrimento dos factores naturais desprovidos de valor.

É por isto que o pensamento marxista poderá negligenciar aquilo que sempre foi sublinhado pelos seus inspiradores, a saber a indispensável participação dos recursos naturais mercantis e não mercantis na produção.

## 1.2. DO ESQUECIMENTO AO DESPONTAR DO PAPEL DOS RECURSOS NO SEIO DA TEORIA DA PRODUÇÃO NEOCLÁSSICA

Após ter avançado a concepção de uma natureza pródiga, o que tinha levado à exclusão dos recursos naturais das suas preocupações, a análise neoclássica vai desenvolver todo o corpo teórico qualificado de economia dos recursos naturais.

### 1.2.1. UM LONGO PROCESSO DE EVICÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS ATÉ AOS ANOS SETENTA

A análise neoclássica explica o valor de troca em termos de valor de uso. O conceito de utilidade é rapidamente aproximado do de raridade, ou seja da limitação em quantidade. Todo o bem económico deve então responder a uma tripla exigência,

- 1º as coisas úteis limitadas em quantidade são apropriáveis...;
- 2º as coisas limitadas em quantidade são válidas e permutáveis...;
- 3º as coisas úteis limitadas em quantidade são industrialmente produzíveis e multiplicáveis.» (Walras, 1874.)

Se um bem existe em abundância, como a maior parte dos recursos naturais, este não é um bem económico, mas um bem livre e não é objecto do económico. Nisso, a análise neoclássica junta-se às conclusões dos clássicos.

Todavia, ela afasta-se daquelas, visto não privilegiar mais os recursos naturais mercantis. O fundamento material da produção é pouco a pouco ocultado. A abordagem em termos de dotação apresenta com efeito uma lógica de sentido único, desde as dotações iniciais aos preços dos factores (baseados nas raridades relativas e na procura) e dos preços às propor-

ções dos factores utilizados. Esta ignora o vínculo que une a produção aos recursos. O propósito da teoria neoclássica é, com efeito, demonstrar a existência e a estabilidade do equilíbrio, sendo conhecidas as dotações iniciais, e não compreender a gênese e o processo de produção.

Desde os primeiros neoclássicos que a teoria da produção já não constitui um tema central, como no universo clássico, sendo um simples prolongamento da teoria da troca<sup>22</sup>. Quando, em 1895, a teoria dita «completa» da produção foi formulada, já não se tratava de uma teoria da produção em si, mas antes de uma teoria da distribuição da produção entre os factores desta última. A consequência directa de tal abordagem é a eliminação progressiva dos recursos naturais mercantis da área da produção.

Jevons, apesar da sua anterior insistência (1865) sobre a importância do carvão como fonte produtiva, tendo conduzido ao nascimento da era industrial, esquece de seguida o papel destas matérias-primas no decurso da sua discussão sobre o capital em *A teoria da economia política* (1871). Desde o início do seu capítulo sobre a teoria do capital, Jevons elimina a distinção entre capital fixo e capital circulante. Oculta do mesmo modo qualquer complementaridade no acto produtivo entre os capitais propriamente ditos e os recursos naturais. O capital fixo, primeiramente, não é senão uma versão de maior duração do capital circulante. De seguida, este último é reduzido à subsistência do artífice.

Menger (1971), na sua análise acerca dos bens «de ordem elevada ou inferior», insiste em primeiro lugar sobre o papel das matérias-primas na produção e sobre a existência de proporções fixas entre os *inputs*. Contudo, a sua teoria da imputação dos preços impõe-lhe rapidamente uma lei geral de substituição. Ele confunde então a possibilidade de substituição entre variadas técnicas de produção, cada uma com as suas próprias necessidades de matérias-primas, de energia, de máquinas e de homens, com uma teoria geral apoiada nas proporções variáveis de factores, ou seja na substituição regular e ilimitada de um factor por outro. As matérias-primas, dependentes da categoria dos recursos naturais mercantis, e as máquinas não são portanto complementares, mas totalmente substituíveis. Para além disso, Menger abandona qualquer referência à dimensão física do capital, o que lhe permite evitar explicar-lhe a origem. De facto, num artigo de 1888, ele já não define este como um «bem de ordem superior», mas como uma «propriedade produtiva (considerada) como uma soma de dinheiro utilizada na produção» (Schumpeter, 1954, p. 208).

Quanto a Marshall (1920), na sua análise do capital enquanto agente de produção, evita cuidadosamente qualquer abordagem física da

22 Walras, por exemplo, faz derivar a teoria da produção da teoria da troca, a qual começava pela busca da formação dos preços de consumo. Isso conduz-lo rapidamente a uma teoria da produção limitada à determinação do preço dos serviços produtores e à busca da sua combinação óptima.

indústria, assim como qualquer enumeração dos *inputs* físicos deste sector. A indústria só é tratada em termos organizativos. Ademais, a ideia de uma complementaridade dos recursos naturais, por via das matérias-primas, com o trabalho e/ou o capital é ocultada, como em Menger, em benefício de uma teoria geral da substituíbilidade dos *inputs*.

O resultado destas diferentes abordagens foi a eliminação dos recursos naturais mercantis que não a terra, ou seja as matérias-primas, do seio das teorias neoclássicas da produção. Logo, estas encontram-se reduzidas a um modelo de produção obtido unicamente a partir dos factores capital, trabalho e, provisoriamente, terra.

Esta última, mesmo subsistindo durante algum tempo enquanto factor de produção a parte inteira, encontra-se desprovida de toda a sua simbólica.

Walras insiste ainda na irredutibilidade da terra aos outros factores e fala mesmo da sua «potência produtiva»<sup>23</sup>. Todavia, trata-se de uma das últimas reminiscências do «dom gratuito da natureza». Rapidamente, a terra é posta em pé de igualdade com os outros dois factores, o capital e o trabalho. Marshall, apesar da sua primeira definição da renda como «o rendimento tirado da propriedade do solo e dos outros dons gratuitos da natureza» (p. 62), põe rapidamente em marcha a primeira extensão deste conceito acrescentando-lhe a «quasi-renda», produzida pela raridade e válida para todo «o capital obtido de um aparelho de produção já fabricado pelo homem» (p. 63). Ele explica então que qualquer preço pago pelos serviços dos bens capitais é análogo aos preços dos serviços dos agentes naturais, particularmente em períodos curtos. Este termo de renda, que, em Walras, havia já perdido uma boa parte do seu significado, é definitivamente banalizado com Pareto (1897), que já não atribui esta noção de renda à terra mas sim ao monopólio, e, seguidamente, com Clark (1899). Para este último, aquela é extensível a todos os factores de produção. Constitui um fenómeno geral, no sentido em que representa um ganho diferencial que não está ligado a nenhuma produtividade. Wicksteed (1910) conclui então que a habitual definição da terra enquanto «dom gratuito da natureza» deve ser abandonada de uma vez por todas.

Do mesmo modo, a lei dos rendimentos decrescentes já não se aplica especificamente à terra. Na secção 7 do capítulo 1, Marshall generaliza

23 «Talvez sem qualquer excepção, a fim de produzir o que quer que seja, é necessária terra, quanto mais não seja para manter o trabalhador, faculdades pessoais e um qualquer instrumento que é o capital. A colaboração da terra, do homem e do capital é portanto a essência da produção económica.» (Walras, 1874, secção 18, 18.ª lição, alínea 178.) «As terras são capitais naturais e não artificialmente produzidos; são também capitais inconsumíveis que não são destruídos pelo uso nem perecem por acidente... Estas duas circunstâncias têm cada qual a sua importância; mas é, sobretudo, a sua coexistência que dá aos capitais prediais o seu carácter próprio e particular...» (Walras, secção 4, 17.ª lição, alínea 174.)

esta lei a todos os agentes de produção, tanto na indústria como na agricultura.

Finalmente, a construção metodológico-matemática da produtividade marginal, a qual mede as variações de produtos a partir de doses sucessivas de um *input*, todos os outros permanecendo constantes, supõe a ausência de complementaridade entre os *inputs* e implica uma possibilidade de substituíbilidade total. Se parece mais difícil aplicar esta concepção ao trabalho, por razões de ordem social, assim como ao capital, que durante muito tempo constituiu um obstáculo ao crescimento, em contrapartida, a terra surge muito cedo na teoria neoclássica como facilmente substituível pelo trabalho e/ou o capital.

Da substituíbilidade ilimitada ao desaparecimento deste factor, vai apenas um passo, que foi definitivamente dado com a função de produção que serve de fundamento à teoria do crescimento. Com efeito, se a análise neoclássica estava, desde há muito, pronta a transformar a tríade tradicional (trabalho, capital, terra) numa díade (trabalho, capital), esta redução só se pôde operar verdadeiramente após os trabalhos de Knight (1921). Efectivamente, nasceu uma controvérsia, na medida em que Böhm-Bawerk tinha justamente proposto uma outra díade que, desta vez, apenas continha o trabalho e os recursos naturais como factores originais (1909). Deu-se então uma longa discussão para saber se era ou não correcto incluir a terra no capital, tendo sido evocados diferentes argumentos a favor das opiniões de Knight.

De acordo com o primeiro argumento, a abundância da maioria dos recursos naturais é tal que estes são economicamente gratuitos, não se tratando portanto de bens económicos e ainda menos de factores de produção. Esta análise aproxima-se das opiniões de Wicksteed, o qual, em 1910, no capítulo 5 do livro II da sua obra *Common Sense of Political Economy*, insistia no facto da terra não ser limitada, mesmo na Grã-Bretanha, aparecendo preferencialmente como um factor abundante, o que a devia excluir da função de produção.

O segundo argumento é que os recursos naturais tais como a terra, dotados de um preço que não se deve somente aos custos de extracção e que são objecto de transacções no mercado predial, estão já contidos no factor capital. Alega-se que estes recursos naturais são bens ordenados, transformados e mantidos pelo homem e que é o trabalho associado ao capital que faz destes recursos aquilo que eles actualmente são. No fim do século XIX, Clark sustentava esta ideia. Considerava que os agentes produtivos são apenas no número de dois, o capital e o trabalho, na medida em que a terra é apropriada e tornada rendível pelo trabalho das gerações anteriores. Ele assimilava-o ao capital produtivo, o que acarretava o desaparecimento da renda predial enquanto tal.

Obtendo uma função de produção segundo a qual a produção resulta do estabelecimento, unicamente, do trabalho e do capital, coloca-se a hipótese implícita desta ser criada a partir do nada. «Com o factor "terra", desaparece dos modelos de análise, qualquer referência aos recursos

naturais.» (Hénin, 1981, p. 298.) A análise neoclássica decidiu igualmente ignorar a especificidade dos recursos naturais.

## 1.2.2. O SOBRESSALTO

Há que esperar pelos anos 70 para que comece a despontar uma verdadeira preocupação da análise económica a respeito dos recursos naturais.

A teoria encontra-se desprovida de instrumentos analíticos quando, no início dos anos 70, antes mesmo dos choques petrolíferos, o relatório do Clube de Roma coloca o problema do esgotamento dos recursos naturais como um travão ao crescimento. Em 1972 aparece a obra *The Limits to Growth*, conduzida em cooperação por Forrester e a sua equipa de dinâmica de sistemas do MIT e diversos intelectuais, particularmente Meadows, reagrupados no seio do Clube de Roma. Apesar dos seus defeitos, propõe um alargamento considerável da visão do crescimento macroeconómico. Abandonando a apreensão linear dos vínculos entre economia e meio ambiente, própria do paradigma mecanicista, toma em conta não só os factores positivos tradicionais do crescimento (população, capital) mas igualmente os factores de travagem (agricultura, recursos não renováveis, poluição). No termo deste trabalho e após ter testado múltiplos cenários alternativos, manifesta-se que o prosseguimento do crescimento é impossível, sobretudo em razão do esgotamento dos recursos naturais, especialmente energéticos. Para além disso, verifica-se que os próprios recursos renováveis, para além de uma certa taxa de utilização, podem tornar-se esgotáveis. Estes resultados vão abalar o tratamento neoclássico dos recursos naturais tanto mais que as conclusões deste relatório se propagam rapidamente e os dois choques petrolíferos vão amplificar os seus ecos. A teoria dominante deve então reagir a fim de mostrar que o quadro da teoria neoclássica permite tratar da exploração dos recursos naturais, como o deixa entender esta passagem de uma comunicação de Solow à American Economic Association, em 1974: «Há cerca de um ano, após ter visto um determinado número de relatórios feitos por comités respeitáveis acerca da crescente falta de matérias-primas nos Estados Unidos e no mundo, e após ter lido, como toda a gente, a obra *The Limits to Growth*, decidi investigar o que é que a teoria económica tinha a dizer sobre os problemas ligados aos recursos esgotáveis.»

A velha distinção entre capital fixo e capital circulante, herdada da tradição clássica, encontra-se pois reintroduzida. De hoje em diante, os recursos naturais mercantis (renováveis e, sobretudo, esgotáveis) são considerados como capitais específicos, ou seja, aquilo que Solow vai qualificar de «capital natural», noção que, como se verá, vai conhecer um grande sucesso e uma grande extensão nas análises do desenvolvimento sustentável. Logo, isso significa que os recursos naturais mercantis (esgotáveis

ou renováveis) reencontraram o lugar que possuíam no seio das teorias da produção clássica. Todavia, tal como na tradição clássica, a gestão dos recursos naturais não mercantis, ou seja livres, não faz parte das preocupações da nova teoria dos recursos que então se estabelece<sup>24</sup>.

Após ter apresentado o seu objecto, irá desenvolver trabalhos antigos que haviam ficado na sombra.

Do lado dos recursos mercantis renováveis (florestas, pescas), vai-se, por exemplo, redescobrir a regra de gestão que Faustmann (1849) tinha prescrito para as florestas e que não tinha tido nenhuma repercussão, visto que nessa altura se iniciava a exploração das florestas de climaciáceas da Rússia e do Novo Mundo. Assim, mesmo se desde os anos 50, autores como Gordon (1954) fazem avanços na análise da locação óptima dos recursos renováveis, é sobretudo a partir dos anos 70 que a teoria dita dos recursos renováveis se vai verdadeiramente desenvolver.

Em matéria de recursos esgotáveis, são os trabalhos de Gray (1914) e, sobretudo, de Hotelling (1931) que vão constituir o pilar de todo o edifício da teoria dos recursos esgotáveis. O desenvolvimento desta última teve, também ele, de esperar os anos 70, visto que, na altura em que Gray e Hotelling escreviam, durante o período da guerra e da grande depressão, outros objectivos económicos pareciam ser prioritários.

O conjunto deste corpo, que constitui aquilo a que tradicionalmente se chama a teoria dos recursos naturais, será o objecto da segunda parte desta obra. Este está dividido numa teoria dos recursos esgotáveis (segunda parte, capítulo 3) e uma teoria dos recursos renováveis (segunda parte, capítulo 4). Será analisado à luz do que precede, ou seja que nos esforçaremos, depois de uma apresentação pedagógica dos grandes conceitos e modelos destas teorias que permanecem fortemente influenciados pelos seus fundamentos mecanicistas, por mostrar aonde levam as críticas das correntes próximas do paradigma termodinâmico e do vivo.

## 2. A ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE, OBJECTO DA TEORIA DO CONSUMO DAS RIQUEZAS

Se a economia clássica tinha centrado o seu propósito na produção e na repartição das riquezas, a economia neoclássica vai, a partir de 1870, avançar com a relação individual mantida pelo agente económico com os bens e, por conseguinte, interessar-se mais pelo consumo.

Tendo assim circunscrito e analisado este «mundo de utilidade», ela experimentará entretanto a necessidade de dar, com o equilíbrio geral,

<sup>24</sup> Contudo, a título de exemplo, as condições atmosféricas, a chuva, o vento, podem representar uma contribuição inegável dos recursos livres para a produção agrícola. De facto, os recursos livres correspondem frequentemente a funções biogeoquímicas de que a economia beneficia. Estes constituem o «dom gratuito da natureza» em pleno sentido da palavra e são pois ocultados pela análise económica.

uma visão do conjunto do funcionamento de uma economia. Isto conduzirá rapidamente, nos primeiros anos do século XX, a uma óptica mais normativa, com a definição da noção de *optimum* e a fundação da economia do bem-estar.

Em cada caso, tentaremos apreciar as consequências face ao tratamento dos problemas ambientais e ver como se estabelecem, no decurso da evolução da ciência económica, os instrumentos analíticos para o regulamentamento destes problemas.

### 2.1. A ECONOMIA POSITIVA NEOCLÁSSICA: O MUNDO DA UTILIDADE

O retorno da problemática que assomou economia política, cerca de 1870, essencialmente sob a influência de Jevons, Menger e Walras, é considerável. De uma disciplina votada pelo seu fundador a investigar as causas da riqueza das nações, ou seja de uma teoria da produção e da distribuição das riquezas, torna-se a ciência da concessão de recursos limitados entre fins concorrentes, noutros termos, uma axiomática das escolhas. O recurso a um ponto de vista puramente individualista, consecutivo, entre outros, aos progressos da psicologia durante estes anos e o emprego sistemático das matemáticas, e especialmente do cálculo diferencial e integral, desenvolvido pela mecânica, vêm confortar uma lógica hipotético-dedutiva herdada de Ricardo. Estes diversos elementos, que convergem todos para a reivindicação de um estatuto científico para a economia, vão conduzir ao centro da nova construção da noção de utilidade.

Os três fundadores da corrente marginalista vão, com efeito, ter em comum o enunciado do princípio da utilidade marginal decrescente. Jevons, por exemplo, parte da afirmação de que o valor depende inteiramente da utilidade e sublinha a distinção feita entre o montante total desta utilidade e aquilo a que chama o «grau final desta utilidade», ou seja a utilidade marginal, ou ainda a derivada da utilidade total. Para ele, o «problema económico» resume-se a isto: «Dada uma determinada população, com necessidades e capacidades de produção variadas, na posse de determinadas terras e fontes de materiais, encontrar o modo de emprego do seu trabalho que maximiza a utilidade do seu produto.» (Jevons, 1871, p. 254.) A solução consiste em casar a filosofia utilitarista de Bentham, à qual Jevons adere explicitamente, com o cálculo diferencial. Quanto a Menger, menos utilitarista mas mais marcado pela psicologia, deseja encontrar os laços de causa-efeito existentes entre as coisas e os valores humanos. A seu ver, é o sujeito humano que atribui a uma coisa o carácter de um bem quando reconhece a esta coisa uma capacidade de satisfazer uma necessidade (utilidade) e tem ele próprio o poder de utilizar esta coisa para dela tirar satisfações. O valor é claramente, para este autor, um juízo que o homem faz incidir sobre a importância

dos bens<sup>25</sup>. Na mesma época, Walras unir-se-á também à teoria da utilidade marginal decrescente. Ele desenvolve efectivamente, para fundamentar a sua teoria da troca, uma teoria das preferências, na qual manifesta que os cambistas procuram maximizar a sua utilidade, que as utilidades são interdependentes e aditivas e que a utilidade marginal de uma mercadoria é uma função decrescente da quantidade comprada.

Para além da análise marginalista da utilidade e dos seus prolongamentos directos respeitantes à escolha do consumidor ou à escolha do produtor, os neoclássicos vão igualmente estabelecer mais precisamente as condições de um equilíbrio de mercado. Efectivamente, vai ser edificado um modelo uniforme de fixação dos preços, válido para todos os mercados, comportando uma função de procura decrescente em relação aos preços e baseando-se no princípio da utilidade marginal decrescente e uma função de oferta crescente em relação aos preços e baseando-se na raridade e nos rendimentos decrescentes (ou os custos crescentes), sendo ambas as funções consideradas independentes e sendo os preços, por seu lado, considerados perfeitamente flexíveis à alta e à baixa. A partir de então, pode estabelecer-se um equilíbrio estável. Pode-se acrescentar que o preço, deste modo fixado para o mercado, reflecte perfeitamente, devido à própria construção das funções de oferta e de procura, as preferências dos indivíduos. Existe pois uma homomorfia fundamental entre os valores e os preços relativamente às preferências e aos gostos dos agentes<sup>26</sup>.

Uma geração mais tarde, Fisher levará esta concepção ao seu termo. Ele considera que o «rendimento» de um indivíduo é o seu consumo, incluindo o dos serviços e bens duráveis. Este rendimento é psíquico, é a utilidade subjectiva trazida pelos bens e serviços consumidos. Estabelece assim um *continuum* de todos os bens, dos bens consumíveis pela primeira utilização até ao capital: apenas a duração do fornecimento dos fluxos de utilidade varia. Pode-se, a partir daí, falar de activos e estabelecer com a ajuda da taxa de juros uma relação de equivalência entre o valor capitalizado destes fluxos de utilidade e o valor destes activos.

Em tudo isto, perde-se nitidamente de vista, por comparação aos clássicos, a existência física dos bens e a sua dimensão material, que justificavam a importância dada por estes últimos à teoria da produção. A partir dos neoclássicos, um bem só existe através dos fluxos de utilidade que dispensa aos agentes económicos e não através da sua consistência material. Isto coloca imediatamente a questão do devir dos bens após terem dispensado aos agentes os seus fluxos de utilidade, ou seja uma vez «consumidos». No universo económico neoclássico, inteiramente centrado na utilidade, eles simplesmente cessam de existir, enquanto que uma visão

25 «O valor é a importância que bens individuais ou quantidades de bens tomam para nós quando nos tornamos conscientes de ser dependentes da importância desses bens para a satisfação das nossas necessidades.» (Jevons, 1871, p. 115.)

26 Isto levará alguns neoclássicos, como Jevons, a repudiar a própria noção de valor, julgando «metafísico» (e portanto não científico) e a preferir o uso exclusivo da noção de preço.

materialista lhes atribuiria pelo menos a existência sob a forma de desperdícios. Isto não é desprovido de interesse para compreender porque é que a teoria padrão, centrada no estudo da relação entre o agente e os bens, se desinteressou durante muito tempo do meio ambiente, o qual requer, no mínimo, um reconhecimento do aspecto material da produção.

A teoria neoclássica retoma e estende o postulado do egoísmo racional que o pensamento clássico já subtendia. Porém, onde Smith via, sobretudo nos interesses particulares, um motor e um meio de atingir a riqueza colectiva, os neoclássicos vão encontrar antes do mais um postulado metodológico<sup>27</sup>. O recurso à avaliação monetária das preferências dos indivíduos vai tornar-se a regra, tendo a análise individualista da utilidade tropeçado na não comparabilidade interpessoal das utilidades. O estratagema que consiste, a fim de escapar a esta não comparabilidade, em abandonar qualquer tentativa de medição da utilidade (que supõe uma utilidade cardinal) e em contentar-se com uma ordem prévia sobre as preferências dos indivíduos, ou seja com uma classificação das utilidades (que supõe unicamente uma utilidade cardinal), operado por Pareto com a «curva de indiferença», vai conduzir rapidamente, graças a hipóteses suplementares, a comparações directas de um bem ou serviço com a moeda<sup>28</sup>.

Para resumir, poderia sublinhar-se, com Underwood e King (1989), o quanto toda esta problemática neoclássica pesa duramente sobre o modo de abordar os problemas do meio ambiente, focalizando a atenção sobre o «consentimento em pagar» dos agentes: «Os utilitaristas empreenderam a separação da análise económica das suas raízes biofísicas. Desde que o conceito abstracto de utilidade marginal se tornou a base do valor, foi possível dizer que qualquer bem e serviço «vale», qualquer que seja o seu preço. O valor das coisas existe porque as pessoas acreditam que elas têm valor.» Nesta mesma linha de pensamento, a análise neoclássica do meio ambiente «supõe que o valor de um meio ambiente depende daquilo que as pessoas estão dispostas a pagar, e capazes de pagar, para o manter – concepção globalmente antropocêntrica dos problemas da poluição». Tem-se aí, com toda a evidência, o fundamento de uma análise custo-vantagem baseada na medida do consentimento dos agentes em pagar.

## 2.2. A ECONOMIA NORMATIVA NEOCLÁSSICA: O MUNDO DO BEM-ESTAR

Viu-se que os neoclássicos tinham desenvolvido com a teoria da utilidade marginal um potente instrumento de homogeneização da economia. E, de facto, rapidamente se revelou, por exemplo, que a teoria da produ-

27 É aqui que o seu ponto de vista é muitas vezes qualificado de «individualismo metodológico».

28 De qualquer modo, a análise padrão da escolha do consumidor requer, senão uma medida monetária, pelo menos recursos limitados a conceder aos diferentes bens.

ção se podia resumir, por via de um modelo padrão com três factores de produção – trabalho, terra e capital –, a um homólogo da teoria do consumo. A produção é assim tratada como um aspecto, entre outros, de concessão de recursos. Do mesmo modo, os mercados de factores permitem determinar o preço de equilíbrio de cada um deles. Walras, com o equilíbrio geral, deu uma imagem da interdependência que une os diversos mercados. Fê-lo no quadro de um modelo de troca puro, no qual quantidades já produzidas de bens são alugadas pelos agentes, e, de seguida, no quadro de uma economia de produção. Este conjunto<sup>29</sup> de agentes, de bens e, logo, de mercados é suposto representar a totalidade do funcionamento de uma economia, sem contudo abandonar os postulados de base do individualismo metodológico.

O seu sucessor, Pareto, dedicou-se a isolar as condições marginais requeridas para que um tal sistema de mercados maximize o bem-estar social. Esta teoria do bem-estar utiliza geralmente o quadro analítico do equilíbrio geral, na medida em que lhe é então mais fácil assimilar simplesmente bem-estar social e utilidade alcançada pelo conjunto dos bens presentes no sistema. O resultado do sistema de equilíbrio geral, sendo antes do mais um sistema de preços de equilíbrio que manifesta uma concessão particular do conjunto dos bens entre os agentes, considerando o problema do bem-estar de um ponto de vista normativo, torna-se o da determinação da melhor concessão possível para o conjunto da sociedade constituída pelos agentes do modelo. Pareto estabeleceu uma definição, sempre retomada posteriormente, de *optimum*: constitui um *optimum* toda a situação, aqui uma locação dos recursos apresentada pelo modelo de equilíbrio geral, tal que nenhuma outra situação possa conduzir a um bem estar superior para, pelo menos, um agente, permanecendo o bem-estar dos outros agentes constante<sup>30</sup>. Pareto indicou<sup>31</sup> que o equilíbrio concorrencial, por resultar de um equilíbrio geral de tipo walrasiano, representa um *optimum*.

Uma das condições postas ao funcionamento óptimo do equilíbrio geral é a independência das funções de utilidade e, logo, das funções de procura e de oferta dos agentes. Se esta condição não é cumprida, o *optimum* não pode ser atingido. Este problema da não independência dos agentes económicos foi, em primeiro lugar, estudado por Marshall (1890), num contexto completamente distinto do do equilíbrio geral. Marshall tinha sido impressionado pela contradição existente entre a lei dos rendimentos de-

crecentes, afirmada pelos clássicos, particularmente Malthus e Ricardo, e a existência concreta de rendimentos crescentes, em particular a de empresas que produzem a custo decrescente. Aquilo que Marshall denomina de «tendência para o rendimento crescente» parece-lhe própria da actividade humana e opõe-se, segundo ele, à tendência para o rendimento decrescente, característica da natureza: «Podemos dizer grosseiramente, que enquanto a parte desempenhada pela natureza na produção mostra uma tendência para um rendimento decrescente, a parte desempenhada pelo homem mostra uma tendência para o rendimento crescente.» (1890, pp. 263.) Marshall procura, de seguida determinar os factores do decréscimo dos custos, especialmente no domínio da indústria: isola dois deles, os quais baptiza de «economias internas» e «economias externas». As primeiras, as economias internas, dependem essencialmente da organização da empresa, mas também da sua dimensão; as segundas provêm daquilo a que chama «o progresso geral do meio ambiente industrial» e passam pela localização da empresa, por exemplo, no seio de um «distrito industrial», ou pela sua pertença a um ramo particular. Na realidade, a introdução destas economias externas serve, em Marshall, um objectivo bem preciso: mostrar que a existência de empresas com custos decrescentes não é incompatível com a manutenção da concorrência de longa duração. O facto das economias externas serem dadas às empresas independentemente da sua dimensão (contrariamente às economias internas) leva a impedir as empresas possuidoras de custos decrescentes decrescer a expensas das outras e, logo, a evoluir para uma situação de monopólio.

Para resumir, pode dizer-se que, para Marshall, a economia externa se resume a uma influência benéfica bastante vaga do meio ambiente industrial e que ela serve antes do mais para justificar a ideia segundo a qual o crescimento não é incompatível com a manutenção da concorrência. A posteridade deste conceito será capital para a economia do meio ambiente visto que, sob o nome de *externalidade*, e provido de uma face negativa – a *deseconomia* externa –, vai estar no centro do tratamento dos problemas ambientais pela teoria neoclássica.

Fundador da teoria moderna do bem-estar, Pigou, cuja obra *Economics of Welfare* foi publicada em 1920, vai atrair a atenção para os casos em que existem *externalidades* num equilíbrio geral. Ele sugere que interesse público e interesses privados não coincidam, quando, por exemplo, custo marginal social – ou seja custo para o conjunto dos indivíduos tomados conjuntamente – e custo marginal privado – ou seja custo para um único indivíduo tomado isoladamente – não são iguais. Esta divergência entre custo social e custo privado é por ele, aliás, considerada como a própria marca da presença de uma *externalidade*. É igualmente preciso notar que Pigou é o primeiro, em *Economics of Welfare*, a tomar, a fim de ilustrar uma análise do bem-estar, exemplos claramente dependentes do meio ambiente, tal como o de uma chaminé fabril que fuma e suja as vizinhanças. É sintomático que, em alguns anos, o mesmo conceito de efeito externo tenha podido passar (pelo preço apenas de uma mudança de marca) da expli-

29 O modelo de equilíbrio geral toma a forma de um sistema de equações lineares simultâneas que são também equações de equilíbrio oferta-procura e que determinam assim um sistema de equilíbrio de preços.

30 A noção de *optimum* de Pareto, que os economistas contemporâneos preferem frequentemente chamar «eficácia paretiana» a fim de determinar o seu carácter normativo baseado num juízo de valor é frequentemente definida, o que vem dar ao mesmo, como uma situação de que não se pode sair sem deteriorar o bem-estar de pelo menos, um indivíduo.

31 A demonstração rigorosa só lhe será dada por Arrow e Debreu (1954).

cação dos benefícios do «distrito industrial» marshalliano à tomada em conta dos danos devidos ao desenvolvimento desta mesma indústria.

Assim, após o longo desvio da economia neoclássica, está reintroduzida a problemática da convergência entre interesses privados e interesse público, embora com outros meios e outras finalidades que os de Smith. Podemos-nos, a partir daí, interrogar de novo acerca daquilo que conduz os indivíduos egoístas a escolher, em função dos seus custos e benefícios privados, tipos de uso dos recursos ou de concessão de bens e serviços antagonistas do bem-estar social total. Chegou o tempo da economia do meio ambiente...

O conjunto desta problemática neoclássica baseada nas teorias da utilidade e do *bem-estar* fez nascer a teoria económica do meio ambiente, a qual será o objecto da terceira parte desta obra. No seio da economia do meio ambiente, distinguir-se-á, por um lado, as questões de internalização das *externalidades* e a definição dos direitos de propriedade (terceira parte, capítulo 5) e, por outro lado, as soluções dadas aos problemas da avaliação dos bens e dos serviços do meio ambiente (terceira parte, capítulo 6).

### 3. AS RAÍZES DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: A TEORIA DA ACUMULAÇÃO DAS RIQUEZAS

A economia dos recursos naturais e do meio ambiente inclui necessariamente um ponto de vista acerca do tempo: tempo longo das adaptações da biosfera, tempo mais breve da sucessão das gerações humanas, tempo mais curto, por fim, dos movimentos económicos. Esta necessidade de uma apreensão dinâmica dos fenómenos relativos às interações entre o meio ambiente e os recursos naturais, por um lado, e a economia, por outro, é tanto mais evidente quanto a própria economia, tomada isoladamente, efectuou há muito tempo uma leitura dinâmica do seu próprio domínio. Gostaríamos assim, a partir da história da disciplina, de examinar as lições que se pode tirar para a economia dos recursos naturais e do meio ambiente, vista sob os seus aspectos dinâmicos, por exemplo, sob a forma da noção de desenvolvimento sustentável, do modo como a economia em geral tratou este problema.

A este respeito, há duas noções pertencentes ao domínio da dinâmica que nos parece deverem ser assinaladas, pela importância que tiveram, tanto na época clássica como na época contemporânea, aparecendo aí também o período do estabelecimento do neoclassicismo, salvo algumas excepções<sup>32</sup>, como um parêntesis. Trata-se, por um lado, da noção de

32 As mais notáveis parecem-nos ser a de Marshall, cuja distinção, na sua análise, entre período muito curto, curto e longo, marca cada vez menos uma preocupação de inserir os conceitos de análise económica num quadro temporal, a de Böhm-Bawerk e, em geral, a do pensamento austríaco, centrado no desvio da produção e na dimensão temporal da estrutura produtiva, e, sobretudo, a de Wicksell, que se apresenta reconhecida, com a sua noção de movimento cumulativo, como o pai da dinâmica moderna.

acumulação e, por outro lado, dá noção de *reprodução*. Noções próximas mas que não se confundem, colocam questões diferentes mas interessantes a diversos títulos para a economia dos recursos naturais e do meio ambiente. Será possível o crescimento da riqueza indefinidamente? Poderá ter lugar uma paragem espontânea ou voluntária do crescimento no que respeita à ideia de acumulação? O que é que é reproduzido num processo de reprodução? Qual a extensão que se deve dar a esta reprodução?

#### 3.1. A ACUMULAÇÃO, MOTOR DA DINÂMICA ECONÓMICA

Para os autores clássicos, cujo programa de investigação era uma interrogação acerca das condições de aparecimento, o desenvolvimento e a repartição da riqueza, a ideia de acumulação está ligada à ideia de excedente. Segundo eles, com efeito, existe um excedente na produção social, o que exprime o valor desta relativamente aos custos representados por aquilo que é necessário para, por um lado, satisfazer um nível mínimo de consumo e por aquilo que é necessário para manter intacto o capital, por outro. Este excedente ou produto social líquido é então investido nas diferentes sectores da produção social em função da rentabilidade que lhes é própria. A taxa de lucro desempenha, a este respeito, um papel de indicador. O aumento líquido do capital, mantido intacto por via da amortização, manifesta esta acumulação.

Há um certo desacordo entre os clássicos acerca do futuro desta acumulação, a longo prazo. Smith insiste no enriquecimento da sociedade e nas transformações subsequentes que este permite e, na falta de uma teoria do valor e da repartição adequada, não parece ver aí outro limite senão o da saciedade natural<sup>33</sup>. Ricardo e Malthus, dispendo de uma teoria da repartição, vão difundir a versão clássica dominante da origem da acumulação: a chegada inelutável do estado estacionário. De facto, para Ricardo e Malthus a manutenção, a longo prazo, dos salários ao nível da subsistência («lei de ferro» dos salários) e o crescimento da renda diferencial, na agricultura, sob o efeito da lei dos rendimentos decrescentes, não deixam nenhuma possibilidade ao lucro de se poder manter a longo prazo. O decréscimo do lucro a longo prazo e a sua passagem para baixo do nível em que ainda pode desencadear o investimento e, logo, a acumulação de capital, conduz ao estado estacionário, estado no qual o investimento se limita à renovação do capital, mas em que o investimento líquido é nulo e, conseqüentemente, o capital se

33 Para Smith, «o estado estacionário – ele utiliza o termo – é o estado no qual um país tem o máximo número de ricos (*the full complement of riches*) que a natureza das suas leis e das suas instituições lhe permite ter.» (*Richesse des Nations*, Livro I, VIII). Este nível é determinado pela «natureza do solo e do clima» (*op cit*, Livro I, IX). Neste estado de máxima opulência, a riqueza não progride mais e os salários e os lucros são baixos. A China constitui para Smith o próprio tipo do país chegado ao estado estacionário!

mantém constante, no qual a população deixa de aumentar, a produção é constante e, por consequência, a taxa de crescimento é nula. Este estado estacionário era, é certo, considerado como uma situação inteiramente deplorável e não foi por acaso que este prognóstico de evolução a longo prazo ganhou a reputação de «ciência sinistra», dada por Carlyle à economia política clássica. Inversamente, Stuart Mill, partilhando também a mesma análise, encarava a chegada do estado estacionário com uma certa benevolência<sup>34</sup>, na medida em que esta lhe parecia de natureza a diminuir as tensões sociais devidas ao crescimento económico e à concorrência.

Esta ideia de que existe um limite «natural»<sup>35</sup> para a acumulação e de que esta não pode prosseguir indefinidamente teve bastantes ecos no século XX, desde que as teses ambientalistas se começaram a difundir. A noção de estado estacionário conheceu, como foi visto no capítulo precedente, uma excepcional longevidade, mesmo que o seu conteúdo tenha variado, passando de uma análise puramente económica, nos clássicos, mesmo estando ligada à problemática de um recurso natural particular, a terra, a uma análise que tenta, de modo muito mais normativo, legitimar-lhe a investigação sobre bases que obtêm os seus argumentos mais na termodinâmica do que na economia.

### 3.2. DA REPRODUÇÃO AO CIRCUITO

A noção de reprodução, que está no centro das concepções dinâmicas e sistémicas, é frequentemente acompanhada de representações da economia sob a forma de um circuito, eventualmente completadas por uma abordagem do tipo contabilístico.

34 «Não posso encarar o estado estacionário do capital e da riqueza com a aversão sincera tão geralmente manifestada a seu respeito pelos economistas da velha escola. Sou antes levado a crer que ele representaria globalmente uma considerável melhoria da nossa condição presente. Confesso que não estou encantado com o ideal de vida que nos apresentam aqueles que acreditam que o estado normal do homem é de lutar sem fim para se tirar de apuros, que esta confusão onde metemos os pés, onde nos acotovelamos, onde nos esmagamos, onde estamos sempre em cima uns dos outros, e que é o tipo da sociedade actual, esteja destinada a ser a mais desejável para a humanidade, em lugar de ser simplesmente uma das fases desagradáveis do progresso industrial. O melhor estado para a natureza humana é aquele em que ninguém é rico, aspira a ser mais rico nem teme ser mandado para trás pelos esforços feitos pelos outros para se lançar em frente.» (Mill, 1857.)

35 Nos dois sentidos do termo, ou seja, por um lado, porque, como todas as leis que regem a produção, a repartição e o desenvolvimento da riqueza no universo clássico, aquela que atribui como limite à acumulação a chegada do estado estacionário tem o carácter de uma lei natural e, por outro lado, porque no encadeamento que aí conduz, o papel principal no seio da teoria da renda diferencial é desempenhado pelo limite «natural» representado pela fertilidade das terras. É evidentemente este segundo sentido que nos parece o mais aceitável actualmente e que apresenta o maior interesse para a economia do meio ambiente e dos recursos naturais.

#### 3.2.1. A REPRODUÇÃO, UMA FINALIDADE ECONÓMICA E SOCIAL ESSENCIAL

Uma das principais críticas feitas por Marx à economia política clássica é a incapacidade desta, em virtude da sua concepção fundamentalmente naturalista<sup>36</sup>, de substituir as leis do modo de produção capitalista no seu contexto histórico. O materialismo histórico de Marx leva-o a ver na história o resultado da resolução dialéctica de conflitos entre forças antagónicas. Deste ponto de vista, o modo de produção capitalista é caracterizado pela luta de classes entre a burguesia, detentora dos meios de produção, e o proletariado, que não dispõe destes. A exploração da força de trabalho é, simultaneamente, a garantia do sucesso do capitalismo – e Marx credita-o pelo seu êxito material, tal como este se exprime na *acumulação*<sup>37</sup> – e a causa do seu desaparecimento futuro, em particular devido às desigualdades que engendra. Após um período de aprofundamento das suas crises periódicas, o modo de produção capitalista soçobrará com efeito, segundo ele, numa revolução que porá fim à exploração e assegurará o poder do proletariado.

Nesta análise, Marx avança constantemente a noção de *reprodução*: para ele, uma sociedade não se pode manter numa base viável se as relações de produção nas quais se fundamenta não forem capazes de se reproduzir por si próprias. Evidentemente, para Marx estas relações de produção são económicas e, logo, a reprodução que aqui está em causa será puramente económica ou eventualmente social, na medida em que as superestruturas institucionais, jurídicas e intelectuais dependem, em última análise, das relações de produção. A reprodução não dirá pois respeito às relações entre os sistemas naturais, ou seja não será nunca uma reprodução «ecológica» da base de recursos naturais utilizada para o desenvolvimento das forças produtivas. Por exemplo, como sublinha Martinez-Alier (1987), «não existe em nenhum lado, nem em Marx nem nos marxistas ulteriores uma análise da substituição dos meios de produção usados no quadro de uma economia baseada em recursos esgotáveis, ou seja recursos que não podem ser eles próprios substituídos no sentido em que um grão de trigo ou uma mula podem ser substituídos» (p. 219). Entretanto, Marx e os seus sucessores preocupam-se preferencialmente com os recursos naturais no sentido de uma preocupação ricardiana, a saber, em que medida a distribuição das rendas aos detentores de recursos naturais podia mudar as características da repartição e, logo, da acumulação.

Neste sentido, os danos sofridos pela natureza, reconhecidos em particular por Engels (*Dialéctica da Natureza*, 1925), são imediatamente atribuídos ao modo de produção capitalista, inteiramente dirigido para a realização do lucro. Trata-se de uma contradição entre o domínio da natureza e as leis

36 No sentido em que as leis que regem economia e sociedade têm o carácter de leis naturais e, logo, universais e eternas, em todo o caso a-históricas.

37 O primeiro capítulo do Livro I do *Capital* apresenta logo à primeira vista o desenvolvimento das forças produtivas no modo de produção capitalista «como uma imensa acumulação de mercadorias» (Marx, 1867, I, 1, p. 51).

complexas que a regem<sup>38</sup>. Engels cita o exemplo da vertente italiana dos Alpes, onde a desflorestação permitiu ganhar terras aráveis que foram anteriormente arrastadas por inundações devidas às modificações do regime hidrológico, assim como a história exemplar dos fazendeiros de Cuba: «O que é que importava aos fazendeiros espanhóis de Cuba que incendiaram as florestas sobre as encostas e encontraram na cinza suficiente adubo para uma<sup>39</sup> geração de árvores de café extremamente rendível, que, de seguida, as chuvadas tropicais arrastassem a camada de terra superficial, doravante desprotegida, não deixando atrás de si senão rochas nuas?» (p.183).

Vê-se então que, se as chagas ecológicas são denunciadas e debitadas aos capitalistas, jamais a reprodução conjunta do sistema produtivo e do sistema ecológico foi posta por Marx ou Engels como condição de sobrevivência do capitalismo.

### 3.2.2. A IMAGEM DO CIRCUITO E A ABORDAGEM CONTABILÍSTICA

A ideia de reprodução está igualmente ligada a todas as concepções que consideram a economia como um circuito no qual transitam fluxos. O objectivo da actividade económica é então reproduzir o fluxo a cada volta do circuito, ou até de o aumentar. Uma outra versão é representada pela abordagem contabilística: a existência de identidades contabilísticas com os saldos das contas eventualmente equilibrados, assegura a permanência de uma reprodução dos valores no decurso de um exercício.

A análise do processo da produção e do consumo social sob a forma de um circuito de fluxos é frequentemente atribuída aos fisiocratas, mais precisamente à *Tabela Económica* de Quesnay. Foi mesmo sugerido que as suas funções de médico não teriam sido estranhas a esta representação da circulação da riqueza por analogia com a circulação do sangue. A metáfora «harveyana»<sup>40</sup>, como foi visto, foi já utilizada explici-

38 Numa célebre passagem, Engels mostra como o desconhecimento das «leis dialécticas da natureza» leva a acção humana a voltar-se contra si própria: «Não nos vanglorie-mos demasiado das nossas vitórias sobre a natureza. Ela vinga-se de cada uma delas. Cada vitória tem, em primeiro lugar, as consequências com que havíamos contado, mas em segundo ou terceiro lugar, tem efeitos totalmente diferentes, imprevistos e que destroem com demasiada frequência as primeiras consequências (...).

Os factos recordam-nos a cada passo que nós não reinamos de modo algum sobre a natureza tal como um conquistador reina sobre um povo estrangeiro, como alguém que estivesse fora da natureza, mas que lhe pertencemos com a nossa carne, o nosso sangue, o nosso cérebro, que nos encontramos no seu seio e que todo o nosso domínio sobre ela reside na vantagem que temos sobre o conjunto das outras criaturas de conhecer as suas leis e de delas nos podermos servir judiciosamente.» (pp.181-182).

39 Sublinhado de Engels.

40 Do nome de Harvey, «descobridor» da circulação sanguínea. Fora de qualquer ideia de circulação, a analogia entre moeda e sangue é ainda muito mais antiga: «a moeda é para o Estado aquilo que o sangue é para o corpo humano», pode ler-se num relato dos Estados Gerais ocorridos em 1484.

tamente por Hobbes em 1651, e Boisguillebert, assim como Cantillon, tinham já, muitos decénios antes de Quesnay, descrito claramente o processo de circulação da moeda e dos bens entre as diferentes classes que compõem a sociedade. Aquilo que constitui a novidade, em Quesnay, é que, com a *Tabela Económica*, impõe-se a ideia que a tarefa da economia é determinar as condições que permitem a repetição do processo circular da produção<sup>41</sup>, ideia que será seguidamente abandonada tanto pelos clássicos quanto pelos neoclássicos, com a notável excepção de Marx, cujos esquemas da reprodução<sup>42</sup>, se bem que aparecendo em *O Capital* sob a forma de equações simples, podem ser representados sob forma de esquemas circulares.

Não é de modo algum por acaso que o jovem Leontief, num artigo de 1928 com o título revelador «A economia como circuito»<sup>43</sup>, se declarava a favor da substituição do princípio de circularidade dos fluxos, a que chamava «o ponto de vista da reprodutibilidade», pelo princípio do *homo economicus*, «o ponto de vista da raridade». Existe efectivamente uma grande afinidade, como já foi dito, entre a abordagem «circuitista» e a abordagem contabilística que Leontief ia desenvolver a partir de 1931 sob a forma particular da análise *input-output*.

Se todos os circuitos ou esquemas de reprodução até aqui evocados foram apresentados em termos de valor, não existe nenhuma dificuldade conceptual *a priori* para imaginar esquemas análogos especificados em termos físicos.

E, de facto, tais apresentações tiveram sucesso na segunda metade do século XX, quer se tratasse, sobre um plano puramente teórico, das análises de Sraffa em *Produção de mercadorias por mercadorias* (1960) ou, sobre um plano muito mais aplicado, do desenvolvimento da análise *input-output*. É interessante notar que esta última foi o objecto de desenvolvimentos relativos ao meio ambiente, alguns dos quais devidos ao próprio Leontief e, mais recentemente, no quadro do desenvolvimento sustentável (O'Connor, 1995).

Como se viu, a corrente neoclássica seguiu uma via fundamentalmente oposta à do estudo da reprodução. A sua abordagem da produção em termos de factores de produção deixa com efeito pouco lugar a uma qualquer reprodução. Tendo afastado o factor terra e construído funções de produção de apenas dois factores, a economia neoclássica apenas pode encarar a reprodução do factor capital. Isto é feito, em geral, sob a forma

41 Na *Tabela Económica*, como a soma dos fluxos monetários que deixam cada ponto é igual à dos que aí chegam, o esquema é reprodutível.

42 Os esquemas da reprodução de Marx estabelecem as condições a respeitar por uma economia dividida em dois sectores produtivos, produzindo um os meios de consumo e outro os meios de produção, para se poder reproduzir de modo idêntico (reprodução simples) ou numa base progressiva com uma acumulação (reprodução alargada).

43 Leontief «Die Wirtschaft als Kreislauf», *Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik*, 3, 1928.

de uma amortização ou de um investimento de substituição, destinado a substituir a parte do capital usado na produção<sup>44</sup>. Por não os ter considerado na sua explicação da produção, a teoria neoclássica é incapaz de encarar semelhante «amortização» pelos recursos naturais. Logo, também não pode integrar uma reprodução estendida a estes recursos.

Enquanto abordagem dinâmica, ela desenvolveu de seguida (Solow, 1956) uma teoria do crescimento equilibrado, na qual o regime permanente da economia pode ser reproduzido e mantido no tempo de modo estável graças à propriedade de substituíbilidade perfeita entre os factores de produção capital e trabalho. Ao tentar integrar os recursos naturais mercantis nesses modelos, fá-lo<sup>45</sup> (Stiglitz, 1974, Dasgupta e Heal, 1979) sob a forma de um factor de produção «capital natural» homogéneo e dotado dessas mesmas propriedades padrão de substituíbilidade do capital, o que nega a originalidade conferida aos recursos naturais pelas suas características físicas, particularmente termodinâmicas.

A necessidade de um desenvolvimento baseado numa reprodução estendida aos recursos naturais e ao meio ambiente e não apenas ao económico (e ao social) depara com as interrogações sobre a perenidade da acumulação e sobre a chegada, experimentada ou desejada, do «crescimento zero». Se se afastar o espectro do estado estacionário, mesmo que reposto ao sabor do momento, apenas falta procurar as vias e os meios de um desenvolvimento sustentável que articule as três esferas económica, social e natural no movimento de uma coevolução.

Isto será o objecto da quarta parte, consagrada à noção de desenvolvimento sustentável, encarado, entre outras abordagens, à luz dos conceitos e dos métodos da economia ecológica.

## SEGUNDA PARTE

# A ECONOMIA DOS RECURSOS NATURAIS

44 Isto é necessário visto que a duração de vida do capital ultrapassa a do período de reprodução. Trata-se da última metamorfose daquilo que os fisiocratas denominavam «a retomada dos avanços».

45 Trata-se, nestes dois casos, de modelos de crescimento óptimo.

## INTRODUÇÃO

O que são os recursos naturais?

Parece-nos que Howe (1979) retém o seu essencial quando escreve:

«As principais classes de recursos naturais são as terras agrícolas e florestais e os seus múltiplos produtos e serviços; as zonas naturais preservadas com um fim estético, científico ou de lazer, as pescas em água doce ou salgada, os recursos naturais energéticos e não energéticos, as fontes de energia solar, eólica e geotérmica, os recursos de água e a capacidade de assimilação de desperdícios pelo conjunto das partes do meio ambiente.»

Os recursos naturais são muito numerosos e muito variados, de maneira que existem modos muito diferentes de os agrupar segundo o critério de classificação mantido: as suas características físicas e biológicas, o seu modo de produção e de reprodução, o seu grau de apropriabilidade privada, o seu tempo de reconstituição.

Para um economista, como foi visto, os recursos naturais são, na pior das hipóteses, ignorados e, na melhor, apreendidos como factores de produção que, combinados com o trabalho, o capital e as matérias-primas, produzem os bens e os serviços. A teoria dos recursos pensa em geral um recurso natural como um factor de produção a parte inteira, reconhecendo também que a maior parte dos recursos naturais devem ser extraídos ou recolhidos. O cobre tem de ser extraído de uma mina antes de ser utilizado para produzir, por exemplo, um fio eléctrico. Os peixes têm de ser pescados para ser transformados em filetes e a floresta tem de ser explorada para dar tábuas. Logo, do ponto de vista da análise económica, a maior parte dos recursos devem, tal como o capital, ser produzidos utili-

zando outros factores de produção, tais como o trabalho e o capital. Do mesmo modo, tal como o capital, os recursos naturais fornecem serviços produtivos ao longo do tempo. Um *stock* de peixe, uma floresta ou uma mina estão em medida de fornecer recursos durante longos períodos de tempo.

O tempo é um componente crucial na análise económica dos recursos naturais. Permite distinguir diferentes tipos de recursos. Do ponto de vista da análise económica padrão, um recurso renovável é um recurso natural que pode fornecer indefinidamente *inputs* a um sistema económico. Um recurso natural não renovável ou esgotável é um recurso com um *stock* finito ou uma oferta finita.

Num sentido, contudo, todos os recursos são renováveis, e somente o seu tempo de reconstituição varia. A energia solar é um caso extremo: o fluxo diário de radiação solar sobre a terra será constante e durará milhões de anos. Os camarões podem reproduzir-se aos milhões em cada ano. O petróleo necessita de milhões de anos para ser produzido por processos geológicos. Por outro lado, a maior parte dos recursos naturais podem ser esgotados, se se admitir a definição de Dasgupta e Heal (1979). Para estes últimos, um recurso é esgotável se for possível encontrar um ritmo de utilização que provoque uma diminuição das suas disponibilidades até as anular. Uma população de peixes pode ser extraída até à extinção; as florestas podem ser cortadas e o solo gasto de forma a que nenhuma nova árvore possa sobreviver, a água do subsolo pode ser esgotada através de uma irrigação intensiva, o ar e a água podem ser contaminados pela poluição. A fronteira entre recursos renováveis e esgotáveis é pois bastante ténue.

É por isto que, não só por razões práticas, mas também porque estas duas categorias colocam problemas económicos fundamentalmente diferentes, a análise económica padrão ganhou o hábito de fazer a distinção entre os recursos cujo esgotamento é inelutável e os outros.

Os primeiros, que são o objecto da teoria dita dos *recursos esgotáveis*, englobam os recursos minerais energéticos e não energéticos. Estes não se podem fabricar e a sua renovação faz-se a uma escala de tempo geológica, por outras palavras, a uma velocidade demasiado pequena para que seja significativa para o sistema económico. Por outro lado, se, para certos recursos, como o cobre, a reciclagem é perspectivável, há que saber que o seu custo é suficientemente proibitivo e, sobretudo, que em virtude do segundo princípio da termodinâmica, a reciclagem nunca é possível a 100 por cento e que é impossível para a energia. Acrescente-se que os recursos esgotáveis desempenham um papel fundamental no crescimento económico. Trata-se portanto, não só de retardar a penúria, mas também de repartir inter-temporalmente o seu uso e, finalmente, suscitar uma investigação-desenvolvimento para a fabricação de substitutos.

A segunda categoria de recursos estudada pela teoria dita dos *recursos renováveis* inclui as espécies animais e vegetais, o ar, a água ou, ainda, a camada de ozono. O problema essencial para estes recursos é que a sua

capacidade de regeneração seja posta em causa de modo irreversível. Há então que encontrar um equilíbrio intertemporal na gestão destes recursos, respeitando as barreiras biológicas e químicas (controlo dos levantamentos) e intervindo para melhorar a reprodução (por exemplo, através da selecção das sementes).

Todavia, os limites devidos ao tratamento dos recursos naturais enquanto capital (mesmo específico) serão igualmente analisados. Entre estes limites, pode-se notar a tomada em consideração unicamente das capacidades produtivas dos recursos, o esquecimento do seu carácter multidimensional (sistema de suporte de vida, diversidade biológica, serviços estéticos, serviços produtivos...), a abordagem exclusivamente económica da raridade e a exclusão sistemática dos recursos naturais livres do campo de análise.

Esta segunda parte será pois consagrada à apresentação da análise económica tradicional dos recursos esgotáveis (capítulo 3) e dos recursos renováveis (capítulo 4).

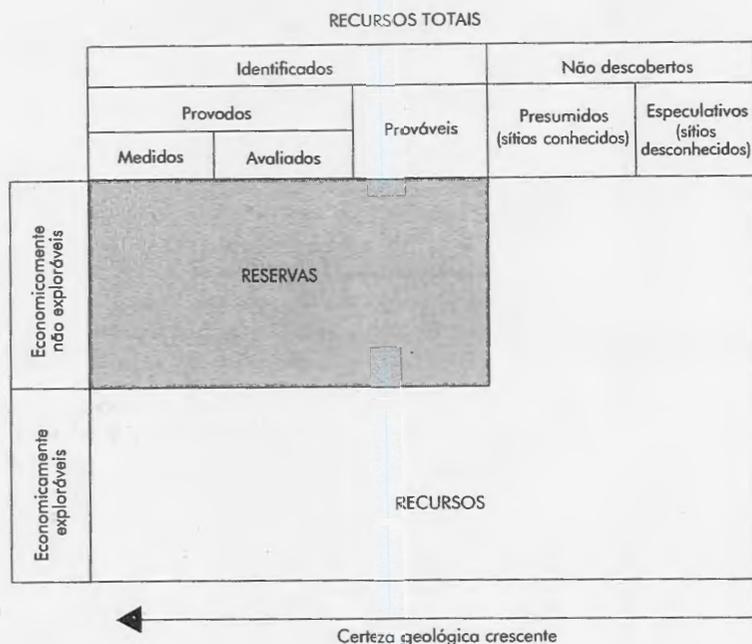
## A TEORIA DOS RECURSOS ESGOTÁVEIS

Para um dado *stock* inicial de recursos esgotáveis, que pode ser repartido por diversos sítios, a quantidade de recursos disponível diminui à medida que é consumida. O tamanho do *stock* é uma função decrescente da taxa de utilização do recurso. Logo, este não é reproduzível. No entanto, o número de jazigos pode aumentar, seja em razão da descoberta de novos jazigos, seja porque certos jazigos se tornam economicamente exploráveis. Pode observar-se a este propósito que o economista não se interessa pelo conjunto dos recursos possíveis (conhecidos ou desconhecidos), mas unicamente pelos que são tecnicamente acessíveis e economicamente exploráveis. Para a avaliação dos recursos mineiros, a classificação mais unanimemente aceite provém dos Estados Unidos, em 1976, no seguimento dos trabalhos de Mc Kelvey (1972). A figura 3.1 representa a classificação dos recursos esgotáveis segundo dois critérios: o da exequibilidade económica da exploração e o do alargamento dos conhecimentos geológicos.

Podemos então ver que o termo *recursos* é o mais extenso. Engloba ao mesmo tempo todos os jazigos cuja existência está geologicamente provada e aqueles de que simplesmente se supõe a existência, quer sejam ou não exploráveis economicamente no estado actual da tecnologia e das condições do mercado. Em contrapartida, o termo *reservas* é restrito à parte de recursos geologicamente identificados e considerados tecnicamente e economicamente exploráveis, tendo em conta os custos de extracção. Pode daí deduzir-se duas implicações importantes para o nosso propósito, que teremos oportunidade de aprofundar no decurso dos desenvolvimentos deste capítulo.

A primeira é a da escolha do conceito de *stock* ou de reservas nos modelos de recursos esgotáveis. A lógica teórica incitaria a reter o conceito

de recursos, visto que, logicamente, só se poderia falar de esgotamento aquando da sua extinção. Contudo, a lógica empírica, que é a dos actores que operam no mercado, conduz a reter o conceito de *reservas provadas*, o único que seja suficientemente fiável para efectuar escolhas económicas. É evidente que o horizonte temporal de esgotamento é fortemente divergente em função do conceito utilizado quando se quer avaliar o *stock* de recursos esgotáveis<sup>1</sup>.



(Fonte: US Bureau of Mines and the Geological Survey)<sup>2</sup>

Figura 3.1 – Os diferentes conceitos de recursos

A segunda é ser possível para um economista falar de uma «reproduzibilidade económica» dos recursos esgotáveis, já que, graças a uma prospecção geológica, um melhoramento das técnicas de recuperação-reciclagem (para os minerais não energéticos) ou uma baixa dos custos de

- 1 Para mais detalhes acerca deste ponto, o leitor poderá reportar-se ao artigo de Benzoni «Acerca da incidência da teoria hotellingiana dos recursos esgotáveis», *Revue d'Économie Politique*, 1988.
- 2 US Bureau of Mines and the Geological Survey, «Principle of the Mineral Resource Classification System of the US Bureau of Mines and the Geological Survey», *Geological Survey Bulletin*, 1450-A, 1976.

extração, é possível que, no decorrer de um período, o aumento das reservas comprovadas seja superior ao levantamento sobre o *stock* inicial. Tanto quanto a reprodução económica de um recurso esgotável esteja assegurada, o seu preço pode ser alinhado sobre o custo marginal a longo prazo. Em contrapartida, quando a reprodução económica já não está assegurada, pode considerar-se que o recurso se esgota e, então, é preciso introduzir uma dimensão temporal: aquilo que é extraído hoje não estará mais disponível amanhã, de onde a importância da análise dinâmica para os recursos esgotáveis, como havia sido sublinhado pelo próprio Hotelling<sup>3</sup>. Isso significa que o preço do recurso deve ter em conta o custo marginal de uso suportado pelo produtor ou a colectividade cujo recurso se esgota. Pode-se, aliás, observar que na bibliografia se encontra diversos equivalentes para exprimir esta noção, visto que se fala indiferentemente de custo marginal de uso, de preço líquido do custo de extração ou ainda de *renda de raridade*<sup>4</sup>. Esta última, ligada ao esgotamento do recurso, não deve ser confundida com a renda diferencial (para os jazigos relativamente favorecidos), nem com a renda de monopólio (quando a estrutura de mercado não é concorrencial)<sup>5</sup> e isso, mesmo se o preço de um recurso esgotável pode, num dado momento, decompor-se em vários destes diferentes elementos, além do custo marginal a longo prazo. O carácter de esgotabilidade de um recurso parece assim justificar a dissociação entre preço e custo marginal. Há então que descobrir a que ritmo deve este preço evoluir no tempo a fim de determinar o caminho de extração óptimo da reserva comprovada, por outras palavras, o montante extraído em cada período. O problema colocado pela gestão dos recursos esgotáveis surge, do ponto de vista da análise económica padrão, como um problema de optimização por excelência, visto que a questão é determinar uma via óptima de esgotamento. Na maior parte da bibliografia consagrada aos recursos naturais esgotáveis, a via do esgotamento é derivada de um programa de maximização da função de lucro intertemporal do proprietário (do jazigo) – produtor. Trata-se na maior parte dos casos de enriquecimentos da teoria da tarifação óptima dos recursos proposta por Hotelling<sup>6</sup>. Recorde-se que este último aprofundou, particularmente graças a uma visão dinâmica, os trabalhos de Gray (1914).

- 3 «A teoria económica do equilíbrio estático (...) é totalmente inadequada para uma indústria, na qual a manutenção permanente de um estado estacionário é uma impossibilidade física...» (Hotelling, 1931, p. 139).
- 4 Pode-se evidentemente deplorar esta profusão de conceitos para designar a mesma coisa, já que isso é com muita frequência fonte de confusão.
- 5 A fim de aprofundar esta noção de renda aplicada aos recursos esgotáveis, o leitor poderá reportar-se, por exemplo, a Amundsen (1992a).
- 6 O quadro de referência da teoria dos recursos esgotáveis é, incontestavelmente, a análise de Hotelling, ao ponto de se poder sublinhar, com Devarajan e Fisher (1981): «Há alguns domínios em economia cujos antecedentes se limitam a um artigo seminal. A economia dos recursos naturais, que conhece um renovo de interesse explosivo, é um domínio deste tipo. A sua origem é largamente reconhecida como tendo sido o artigo de Hotelling, de 1931, "The Economics of Exhaustible Resources"».

Ele demonstra, a partir de um raciocínio microeconómico aplicado ao comportamento individual do proprietário do jazigo de recursos esgotáveis (este é, portanto, considerado como o produtor da mina), que existe um sentido óptimo de esgotamento de um recurso esgotável cuja reserva é supostamente conhecida à partida e que a este sentido está associado um ritmo óptimo de evolução do preço deste recurso.

Neste estágio, impõe-se uma tomada de precaução importante. Na teoria microeconómica padrão da empresa, podem-se encarar situações em que a procura e as condições de produção permanecem constantes ao longo do tempo. Isto permite realizar uma análise estática do comportamento da empresa, ou seja definir as regras óptimas de gestão, independentemente daquilo que se irá passar nos períodos seguintes. Para o proprietário-produtor de um recurso esgotável, semelhante análise estática é desprovida de sentido. Não é possível imaginar condições de exploração estacionárias. Ao mesmo tempo que o recurso é extraído, o *stock* disponível diminui e o proprietário-produtor encontra-se portanto, em cada período, face a um problema diferente. Optámos por tratar este problema de dinâmica em tempo contínuo, mas é bem evidente que tal pode ser feito em tempo discreto.

Numa primeira fase, apresentaremos o modelo original de Hotelling, mostrando quais as incidências sobre os preços do recurso e sobre a via de esgotamento do lançamento de um determinado número de hipóteses (secção 1). Numa segunda fase, explicar-se-á em que é que as abordagens recentes complexificam o modelo inicial integrando numerosos factores deixados de lado por Hotelling, se bem que os modelos ditos hotellingianos atinjam hoje um elevado grau de sofisticação (secção 2). Finalmente, abordaremos a controvérsia acerca da escolha dos indicadores de raridade, em parte oriunda dos trabalhos teóricos acerca da determinação da trajectória óptima de um jazigo de um recurso (secção 3).

## 1. O «PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA ECONOMIA DOS RECURSOS ESGOTÁVEIS»

Depois de uma apresentação do modelo de Hotelling, analisaremos as consequências da variação de alguns parâmetros.

### 1.1 A REGRA DE HOTELLING

No modelo de base proposto por Hotelling, são feitas as seguintes hipóteses:

- o detentor do recurso é um produtor privado em situação de concorrência;
- a procura acumulada esgota à justa o *stock*. Por outras palavras, a função  $D(Q)$  é uma função decrescente do preço do recurso que se anula na data  $T$  de esgotamento da reserva;

- o *stock* do recurso é conhecido à partida e igual a  $S$ ;
- o custo marginal de extracção do recurso é nulo ou constante (no modelo que se segue considerá-lo-emos como nulo);
- a informação é perfeita ao longo de toda a duração da exploração dos jazigos;
- a presente taxa de preferência do produtor (taxa de actualização) é constante e igual à taxa de juros  $\delta$ .

O produtor racional procura então maximizar a sequência dos seus lucros actualizados (ver Anexo 3.1. sobre a actualização) ao longo de toda a duração de vida  $T$  do jazigo limitado pela barreira do *stock* disponível. Recordamos que o lucro de um período é equivalente à diferença entre as receitas procuradas pela exploração do recurso (preço multiplicado pela quantidade levantada  $P(t)$ ,  $Q(t)$ ) e os custos gerados pela actividade de extracção ( $C$ ) são considerados constantes ou exógenos.

No que respeita às notações, escrever-se-á a derivada de uma variável  $X$  em relação ao tempo:

$$\frac{dX}{dt} = \dot{X}$$

e a derivada de uma função  $F(X)$  em relação à variável  $X$ ,  $F'_X$ .

Matematicamente, o programa do proprietário-produtor escreve-se<sup>7</sup>:

$$\text{Max } V = \int_0^T [P(t) \cdot Q(t) - C] \cdot e^{-\delta t} dt \quad (3.1)$$

s.c.

$$\dot{S} = -Q(t)$$

$$S(0) = S_0 \text{ dado }^8$$

Para a sua resolução utiliza-se o princípio do máximo (Pontryagin *et al.*, 1962). Aqui, a variável de controle é a quantidade extraída em cada período, ou seja  $Q_t$ , e a variável de estado é o *stock* que permanece em cada período, ou seja  $S_t$  (ver Anexo 3.2.).

O lagrangiano escreve-se:

$$L[Q(t), S(t), \lambda(t), t] = \int_0^T \{ [P(t) \cdot Q(t) - C] \cdot e^{-\delta t} - \lambda(t) \cdot Q(t) \} dt$$

A partir desta expressão, pode escrever-se o hamiltoniano deste problema:

$$H[Q(t), S(t), \lambda(t), t] = [P(t) \cdot Q(t) - C] \cdot e^{-\delta t} - \lambda(t) \cdot Q(t)$$

<sup>7</sup>  $t$  em índice reservado aos modelos em tempo discreto,  $(t)$  entre parêntesis após a variável reservada aos modelos em tempo contínuo por convenção.

<sup>8</sup> Em certas obras e artigos, encontra-se a barreira de esgotabilidade expressa sob a forma *stock* disponível em  $t = T$  produção acumulada:

$$S(t) = S_0 - \int_0^t Q(t) dt$$

O hamiltoniano em valor corrente escreve-se:

$$\tilde{H} [Q(t), S(t), \lambda(t), t] = P(t) \cdot Q(t) - C - \mu(t) \cdot Q(t)$$

com  $\mu(t) = \lambda(t) \cdot e^{\delta t}$

$\mu$  é um preço fictício, que não é outro senão o custo marginal de uso do recurso em *stock* ou, por outras palavras, o montante cujo valor actual do recurso na data  $t$  é reduzido (aumentado) quando uma unidade adicional de recurso é levantada (conservada). De facto, trata-se de atribuir um valor ao *stock* de recursos que ainda não foi levado para o mercado. O *stock* de recursos não explorado é então considerado como um activo financeiro, rendendo anuidades nos períodos futuros e entrando em concorrência com os outros activos. Este preço não é observável na maior parte dos casos. Ele pode ser deduzido dos preços presentes e futuros, da tecnologia e do *stock* de recursos restante. Corresponde a uma renda de raridade.

As condições de primeira ordem necessárias, em função do hamiltoniano em valor actual, são:

$$\frac{\partial H(\cdot)}{\partial Q(t)} = 0 \Leftrightarrow P(t) \cdot e^{-\delta t} - \lambda(t) = 0 \quad (3.2)$$

$$\dot{\lambda} = - \frac{\partial H(\cdot)}{\partial S(t)} \quad (3.3)$$

$$\frac{\partial H(\cdot)}{\partial \lambda(t)} = 0 \Leftrightarrow -Q(t) = \dot{S} \quad (3.4)$$

Nos desenvolvimentos que se seguem, não se retomará sistematicamente a terceira condição, visto tratar-se, de facto, da barreira do programa de maximização.

Se se diferenciar  $\lambda(t) = \mu(t) \cdot e^{-\delta t}$  em relação ao tempo, obtém-se:

$$\dot{\lambda} = -\delta \mu(t) \cdot e^{-\delta t} + \dot{\mu} \cdot e^{-\delta t} = 0$$

Substituindo esta expressão de  $\lambda$  na equação (3.3), pode deduzir-se:

$$\delta = \frac{\dot{\mu}}{\mu(t)} \quad (3.5)$$

Servindo-nos da equação (3.2) modificada, ou seja  $P(t) = \mu(t)$  na qual se assinala que o preço do recurso unicamente constituído pelo custo marginal de uso, já que, por hipótese, os custos são considerados independentes das condições de produção<sup>9</sup>, chega-se a:

$$\frac{\dot{P}}{P(t)} = \delta \quad (3.6)$$

9 Se o custo marginal tivesse sido constante, ou seja o custo proporcional à quantidade extraída, ter-se-ia obtido:  $P(t) = \mu(t) + C$ , o que não modifica as conclusões.

ou seja, a regra de Hotelling, que se encontra igualmente sob uma formulação equivalente e mais difundida<sup>10</sup>:

$$P(t) = P(0) \cdot e^{\delta t} \quad (3.6')$$

Reencontra-se assim a regra de Hotelling, se bem que este último a tenha obtido de outro modo, já que o método que utilizámos ainda não era conhecido<sup>11</sup>. Esta regra constitui o «princípio fundamental da economia dos recursos esgotáveis» e indica que o preço líquido de um recurso esgotável deve aumentar ao ritmo da taxa de actualização (que é aqui igual à taxa de juro) para explorar o jazigo de modo óptimo.

As implicações dos resultados do modelo são as seguintes:

– a condição dada pela equação (3.2) permite determinar a que ritmo se deve explorar o recurso, como se irá mostrar;

– a condição fornecida pela equação (3.5) ajusta  $\mu$  de modo a que o recurso guardado em *stock* seja tão atractivo quanto qualquer outro activo. Ela indica que  $\mu$ , o ganho em capital, deve ser igual ao custo de oportunidade  $\delta\mu$ , quer dizer ao rendimento que outra aplicação proporcionaria, ou seja, a taxa de juros do mercado,  $\delta$ ;

– os multiplicadores  $\lambda$  e  $\mu$  podem ser considerados respectivamente como o valor actual e o valor corrente do custo marginal de uso;

– a equação (3.6 ou 3.6') exprime um equilíbrio intertemporal entre a oferta e a procura.

Face a uma oferta que escasseia com o tempo (fenómeno de esgotamento das reservas), a procura diminui, visto que o preço do recurso cresce ao ritmo da taxa de juro. No ponto de esgotamento, o preço do recurso é máximo e a procura desaparece.

Pode-se observar que, se o preço aumentasse mais depressa que a taxa de interesse, o produtor teria interesse em conservar o recurso no seu sítio e, logo, em retardar a sua exploração, visto que aquele constituiria então uma aplicação mais atractiva do que aquilo que seria oferecido no mercado financeiro. Por fim, ao verificar-se a regra de Hotelling, o proprietário escolhe indiferentemente entre a extracção seguida da transformação do produto da venda em activo financeiro e a conservação do sítio.

O recurso conservado no jazigo adquire assim o estatuto de capital no sentido em que este é habitualmente entendido. O equilíbrio no mercado de capitais implica que a taxa de rendimento de todos os capitais seja idêntica. Neste sentido, pode dizer-se que a regra de Hotelling faz parte das condições de eficiência do capital.

Voltemos à primeira implicação. Se se dispuser de uma função de procura, pode-se então, não só determinar, como foi explicado, a trajectória óptima dos preços, mas igualmente a trajectória da quantidade extraída, assim como a data de esgotamento do recurso. Seja a função de procura

10 Por efeito de:  $\dot{P}/P(t) = \delta$ , deduz-se que  $P(t) = (1+\delta)^t P(0) \rightarrow P(t) = P(0) \cdot e^{\delta t}$ .

11 Pode-se com efeito observar que Hotelling é um dos pioneiros na utilização do cálculo de variações em economia.

$P(t) = P[Q(t)]$ . A fim de determinar a trajectória da quantidade extraída, diferencia-se esta função em relação ao tempo, ou seja  $\partial P(t)/\partial t = \dot{P} = P'_Q \cdot \dot{Q}$ , e temos então  $\dot{Q} = \dot{P}/P'_Q$ .

Ora  $P = \mu \delta P(t)$ , de onde:

$$\dot{Q} = \frac{\delta P(t)}{P'_Q} = \frac{\delta P[Q(t)]}{P'_Q}$$

Em taxa de crescimento (dividindo por  $Q(t)$ ), isto dá:

$$\frac{\dot{Q}}{Q(t)} = \frac{\delta P[Q(t)]}{P'_Q \cdot Q(t)}$$

Sabendo que a elasticidade da procura relativamente ao preço,  $\epsilon_Q$ , é definida por:

$$\epsilon_Q = -\frac{P}{Q} \cdot \frac{1}{dP/dQ}$$

Pode escrever-se que

$$\dot{Q}/Q(t) = -\delta \epsilon_Q$$

Esta fórmula permite mostrar que uma alta de preços implica uma decréscimo da quantidade procurada. Quanto mais elástica for a procura relativamente ao preço, mais a quantidade procurada ou vendida decresce.

Na medida em que não há nenhuma indicação sobre  $P(0)$ , são possíveis diferentes trajectórias de maximização do valor presente, segundo o valor  $P(0)$  inicial que se fixe. Para determinar a melhor trajectória, introduz-se o facto de que as quantidades extraídas acumuladas no decorrer do tempo devem ser inferiores ao *stock* disponível:

$$\int_0^T Q(t) dt \leq S_0$$

Considera-se o *stock* esgotado em  $T$ , o que significa que a barreira está saturada, ou seja, que se tem uma igualdade em vez de uma desigualdade.

Verifica-se que, para calcular esta integral, é necessário dispor de uma função de procura. Seja  $P(t) = a - bQ(t)$ , representando  $a$  o preço máximo atingido pelo recurso quando este se esgota; em  $T$ , tem-se então

$$a = P(0) e^{\delta T} \quad (3.8)$$

Ao longo da próxima secção, ver-se-á que a teoria dos recursos esgotáveis considera que, quando o recurso atinge este preço máximo, surge no mercado um substituto, na verdade a *backstop technology*.

De acordo com a equação (3.6'), a equação de procura pode ser escrita  $Q(t) = 1/b [a - P(0) e^{\delta t}]$ .

Substituindo  $Q(t)$  pela sua expressão em (3.7) e calculando a sua integral, tem-se:

$$S_0 = \frac{1}{b} \left[ aT - \frac{P(0)}{\delta} (e^{\delta T} - 1) \right] \quad (3.9)$$

Esta equação fornece uma relação entre o preço inicial  $P(0)$  e a data terminal  $T$ <sup>12</sup>.

Se a diferenciar-mos em relação a estas duas variáveis, obtém-se:

$$\frac{a}{b} dT - \frac{P(0) \cdot e^{\delta T}}{b} dT - \frac{(e^{\delta T} - 1)}{\delta b} dP(0) = 0 \quad \text{de onde;} \quad \frac{dT}{dP(0)} = \frac{e^{\delta T} - 1}{\delta(a - P(0) \cdot e^{\delta T})}$$

Visto que esta expressão é positiva, dela se deduz que, quanto mais elevado for o preço inicial, mais a data de esgotamento será afastada. Este cálculo permite determinar o sentido da curva que representa a equação (3.9). O preço óptimo inicial  $P(0)$  pode então ser obtido pela intersecção da curva que representa a equação (3.9) e a curva que representa a equação (3.8), equivalente a  $T = \text{Log}[a/P(0)]/\delta$  (fig. 3.2).

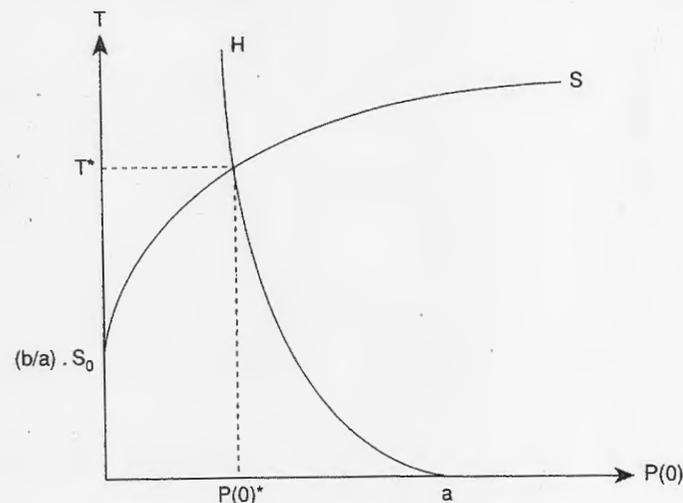


Figura 3.2 - Determinação do preço óptimo inicial e da data óptima de esgotamento de um recurso esgotável

Pode dar-se-lhe uma representação gráfica (fig. 3.2) com  $S$  representando (3.9) e  $H$  (3.8). Obtém-se assim o par óptimo  $[T^*, P(0)^*]$ .

12  $T$  pode ele próprio ser determinado colocando  $\delta T = x$  e resolvendo a equação resultante desta mudança de variável por aproximação.

## 1.2. AS CONSEQUÊNCIAS DA VARIAÇÃO DE ALGUNS PARÂMETROS

Pode agora analisar-se como alterações relativas a diferentes parâmetros são susceptíveis de afectar o preço óptimo e as vias de quantidade relativamente à regra simples de Hotelling. Os parâmetros variáveis serão alternativamente: a modificação da procura e a taxa de actualização.

Para alguns destes parâmetros, podemos-nos servir de um gráfico de quatro quadrantes representando o sistema descrito pelo modelo de base de Hotelling. É o que propomos com a figura 3.3.

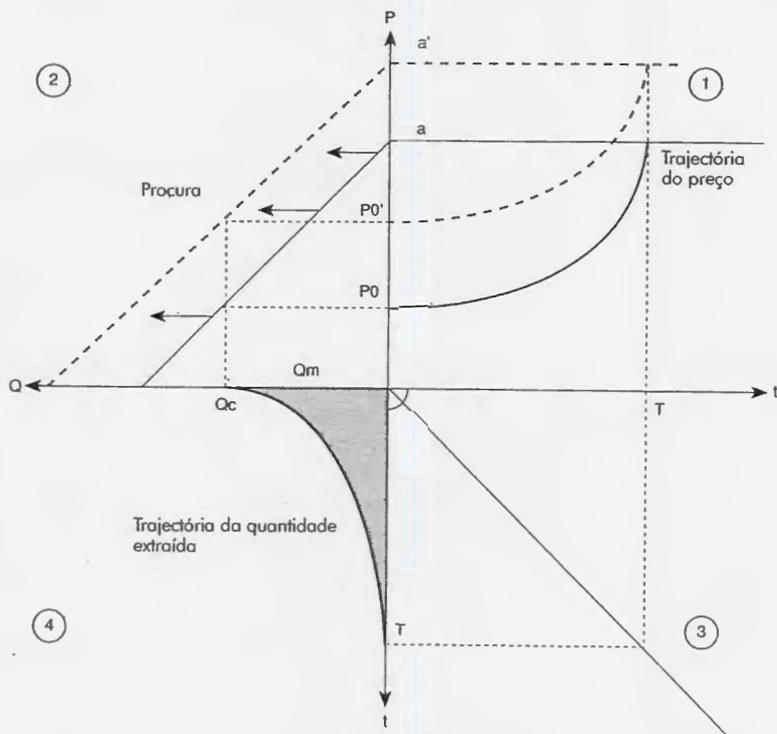


Figura 3.3 – Influência da variação da procura sobre as trajetórias dos preços e das quantidades de um recurso esgotável

### 1.2.1 UMA VARIAÇÃO DA PROCURA

Ocupemo-nos, de momento, unicamente dos traços a cheio (fig. 3.3). No quadrante nº 1 (nordeste), temos a via de preço óptimo do recurso ao longo do tempo, proveniente da regra de Hotelling. O quadrante nº 2 (noroeste) dá o traçado da curva de procura, reflectindo o facto de que, quanto mais elevado for o preço do recurso, menor é a quantidade procurada.

O quadrante nº 3 (sudeste) é uma recta a 45° que serve unicamente para estabelecer uma correspondência entre o quadrante nº 1 e o quadrante nº 3. O quadrante nº 4 (sudoeste) dá-nos a trajetória temporal da quantidade procurada (ou, o que é a mesma coisa, a quantidade extraída, já que nos situamos em concorrência pura e perfeita); a área situada sob esta curva dá-nos o *stock* do recurso, visto tratar-se de quantidade acumulada.

Através desta figura, vê-se, por exemplo, que, se a procura aumenta, ou seja, se a curva de procura na figura 3.3 subir (a nova curva de procura é representada em pontilhado) e se se pretender conservar a mesma trajetória de exploração e, logo, a mesma data de esgotamento, então é preciso que o preço inicial suba de  $P_0$  a  $P_0'$ . Ter em conta a regra de Hotelling implica que qualquer curva representando a trajetória do preço suba (a nova curva de trajetória do preço é representada em pontilhado na figura 3.3), assim como o preço máximo, que passa de  $(a)$  a  $(a')$  (ver a equação 3.8).

Uma outra possibilidade seria que o recurso fosse esgotado mais rapidamente e que o preço máximo  $(a)$  e que o preço máximo permanecesse o mesmo: a curva de preço parte de um preço inicial mais alto e cruza o preço máximo numa data  $T' < T$ , o que não está representado no esquema.

### 1.2.2. UMA VARIAÇÃO DA TAXA DE ACTUALIZAÇÃO

Recorde-se que, na análise de Hotelling, a taxa de interesse do mercado desempenha igualmente o papel de taxa de actualização, visto servir para usufruir antecipadamente dos lucros futuros permitidos pela exploração do recurso.

Na medida em que o preço do recurso esgotável deve crescer em função da taxa de actualização, pode pensar-se que um aumento deste último provocará uma modificação do sentido de preço no sentido do preço mais baixo, nos primeiros períodos, e de preços mais elevados, nos períodos seguintes, e conduzirá então a uma redução do tempo de esgotamento. Por um lado, preços mais baixos no período inicial encorajam a procura de recursos e preços mais altos desencorajam-na de seguida. Por outro lado, uma taxa de actualização elevada incita os proprietários-produtores do recurso a usufruir, antes agora que ulteriormente, dos benefícios da exploração do seu recurso. É por isto que o *leitmotiv* de numerosos defensores do meio ambiente é recorrer a uma taxa de actualização baixa, senão mesmo nula, para os recursos esgotáveis. Pode retomar-se o raciocínio gráfico. Na figura 3.4, vê-se que um aumento da taxa de actualização, com uma procura inalterada, provoca, por sua vez, uma modificação da trajetória do preço (diminuindo o preço inicial de  $P_0$  para  $P_0'$ ) e da trajetória das quantidades extraídas (as novas trajetórias são representadas em pontilhados). Por outras palavras, também aí, o *stock* do recurso esgota-se mais rapidamente, passando a data de esgotamento de  $T$  para  $T'$ .

Todavia, outros autores (Scott, 1955; Fisher e Krutilla, 1975; Pearce e Turner, 1990) explicaram que uma baixa taxa de actualização permite

certamente retardar o esgotamento dos recursos, numa primeira fase, mas favorece de seguida a multiplicação dos investimentos em capital reproduzível, o qual se torna menos oneroso. Isso conduz então ao aumento dos jazigos explorados, visto que a redução dos custos em capital permite uma redução dos custos de exploração. Inversamente, uma taxa de actualização baixa tenderá a desencorajar o investimento em capital, limitando assim as possibilidades de exploração de novos jazigos e, logo, a retardar o esgotamento de um recurso. Este efeito viria portanto contrabalançar a incitação inicial dos proprietários-produtores para usufruir o mais rápido possível dos benefícios do seu recurso.

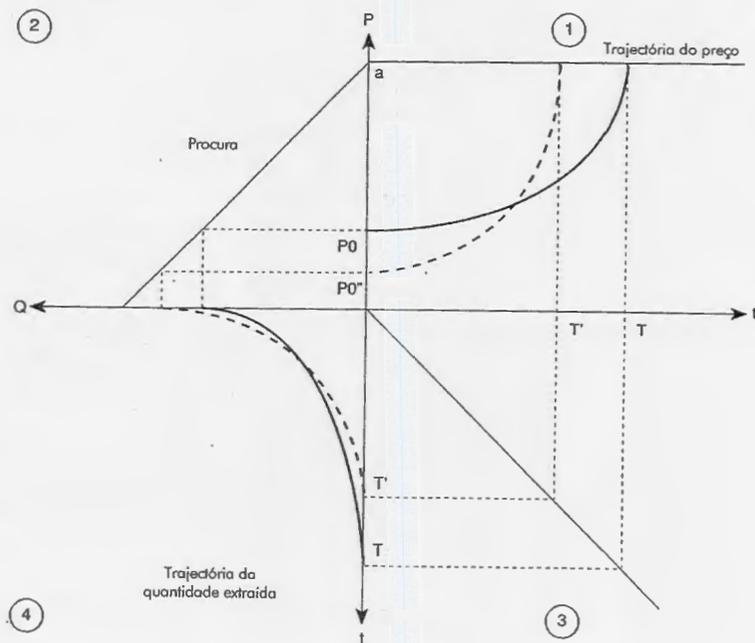


Figura 3.4 - Influência da variação da taxa de actualização sobre as trajetórias dos preços e das quantidades de um recurso esgotável

De facto, o resultado de uma variação da taxa de actualização depende das hipóteses estabelecidas. Se nos ativermos ao modelo inicial de exploração óptima dos recursos, o custo marginal de extracção é nulo ou constante. Os investimentos em capital não afectam pois os custos de extracção. Não influenciando o valor da taxa de actualização os custos de extracção, não há nenhuma razão para que uma taxa de actualização mais baixa acelere o esgotamento dos recursos, salvo se se considerar, como Pearce e Turner (1990) que a incitação a investir em capitais em todos os sectores da econo-

mia conduzirá a um aumento do consumo dos recursos naturais esgotáveis (energéticos e materiais) para a própria produção destes capitais.

Desde que se admita (como será feito ao longo da secção seguinte) que a taxa de crescimento dos custos de extracção pode variar em função da quantidade levantada de um jazigo, então a taxa de actualização exerce uma influência sobre os custos. Um componente importante dos custos de extracção é constituído pelo custo em capital. Uma taxa de actualização elevada implica portanto custos de extracção elevados. Uma diminuição da taxa de actualização, ou da taxa de juro, provoca assim dois efeitos que se contrabalançam: um, que abranda a exploração, e outro, a diminuição dos custos de extracção para os jazigos futuros, que promove a sua exploração no presente. O efeito dominante dependerá da taxa de decréscimo (ou de crescimento, se nos interessarmos pelo raciocínio simétrico) relativo dos custos de extracção e do custo de utilização, reflectindo a noção de raridade<sup>13</sup>.

Acrescente-se que alguns autores mostraram que a influência da taxa de juro depende da dimensão do *stock* (Farzin, 1984). De qualquer modo, voltaremos a esta questão da taxa de actualização no decorrer deste capítulo. Pode-se, todavia, avançar que o efeito da taxa de actualização no sentido óptimo de esgotamento dos recursos é, pelo menos, ambíguo.

## 2. ALGUMAS EXTENSÕES: OS MODELOS NEO-HOTELLINGIANOS

A fim de ser útil aos gestores, o modelo teve de ser adaptado às análises de políticas concretas para poder determinar, por exemplo, os efeitos de um imposto incentivador ou de uma subvenção. Isto foi realizado, particularmente pelo próprio Hotelling e por numerosos estudos ulteriores<sup>14</sup>. Os outros factos importantes do mundo real que desempenham um papel na análise dos recursos esgotáveis incluem as estruturas de mercado, a existência de custos variáveis, as antecipações de preço, o efeito de *stock*, a exploração ou ainda a incerteza. Propomo-nos, no decurso desta secção, apresentar algumas das extensões possíveis nesta linha do modelo hotellingiano de base<sup>15</sup>.

<sup>13</sup> Note-se que estas digressões acerca da taxa de actualização são fortemente dependentes da hipótese de unicidade da taxa de actualização, visto que esta é igual à taxa de juro.

<sup>14</sup> Para os efeitos de um imposto, ver Gaffney (1967). Burness (1976), Sweeney (1977), Dasgupta, Heal e Stiglitz (1980) analisaram os efeitos, não só de um imposto, mas também de uma subvenção, sobre os perfis de extracção em concorrência pura e perfeita. Uma das conclusões principais que se encontra em toda esta bibliografia é a seguinte: a imposição de um imposto constante por unidade de recurso extraído levará a uma extracção mais rápida, enquanto que uma subvenção que reduz o custo de extracção unitária aumenta a taxa de extracção e pode provocar um aumento cumulativo da extracção.

<sup>15</sup> Seleccionámos as extensões de base mais simples, sendo porém evidente que as podemos complexificar mais. Poder-se-á encontrar em Sweeney (1993) um certo número destes requintes.

## 2.1. A ESTRUTURA DE MERCADO

A estrutura de mercado é susceptível de modificar a política de extração dos proprietários privados. Até ao presente, foi suposto que a exploração dos recursos se fazia no quadro de uma economia competitiva. Se o mercado é dominado por um monopólio ou um oligopólio, sob forma de cartel ou sob forma não colusória, o ritmo de esgotamento do recurso é modificado. Estudar-se-á em detalhe o caso do monopólio.

A questão de saber como é que a existência de um monopólio afecta os sentidos de preço e de quantidade é particularmente importante, na medida em que as situações de monopólio estão longe de ser desconhecidas na história dos mercados de recursos esgotáveis. Uma hipótese natural, feita por Hotelling, é que o monopólio restringirá a produção e aumentará o preço inicial comparativamente a uma estrutura concorrencial. Diversos autores retomaram a análise de Hotelling nesta perspectiva e tentaram mostrar que uma estrutura monopolista retardará o esgotamento do recurso comparativamente a uma estrutura concorrencial.

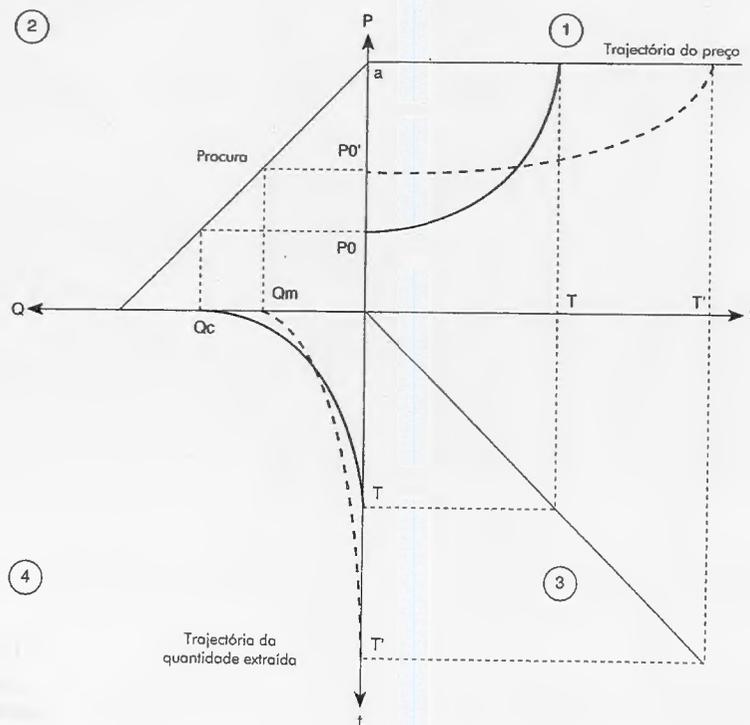


Figura 3.5 – Influência da estrutura de mercado nas trajetórias dos preços e quantidades de um recurso esgotável

Pode-se efectivamente ver, na figura 3.5, que, se se supuser que o monopólio restringe a sua produção e aumenta o seu preço de venda comparativamente à situação concorrencial, o preço inicial do monopólio ( $P_0'$ ) será mais alto que o de concorrência ( $P_0$ ) e, dado o *stock* de recursos, a data de esgotamento será retardada de  $T$  a  $T'$ .

Hotelling demonstra igualmente que, em situação de monopólio, a sua regra é algo modificada. Fazemos em baixo a demonstração disto, retomando o nosso modelo <sup>16</sup>.

É, entretanto, necessário precisar que, em situação de concorrência, existe igualdade entre a receita marginal, o preço e o custo marginal. Em contrapartida, se a estrutura de mercado é monopolista, o preço de mercado é diferente do custo marginal, em virtude da empresa ter em conta a procura global do mercado, sendo esta idêntica àquela que se atribui à empresa. A expressão da receita marginal integra esta particularidade e difere portanto do preço. Esta última vai portanto escrever-se <sup>17</sup>:

$$R_m(t) = P(Q(t)) + Q(t) \cdot P'_Q$$

Note-se que o primeiro termo da direita representa a função de procura inversa.

Se se retomar o caso mais simples (programa 3.1), o problema de maximização do monopólio torna-se:

$$\text{Max } V = \int_0^T \{ [P(Q(t)) - Q(t) \cdot P'_Q] Q(t) - C \} \cdot e^{-\delta t} dt \quad (3.10)$$

Apenas se substituiu  $P(t)$  no problema do produtor em concorrência pela expressão da receita marginal, sendo as barreiras idênticas.

No que respeita às condições necessárias, a equação (3.3) permanece inalterada e a equação (3.2) em termos correntes fica:

$$P(Q(t)) - Q(t) \cdot P'_Q - \mu(t)O \quad (3.11)$$

Logo, já não é o preço do recurso mas a receita marginal do monopolista privado que terá de crescer às taxas de actualização. Isto representa o «princípio fundamental da economia dos recursos esgotáveis» em situação de monopólio.

O elemento suplementar na equação (3.11), comparativamente à equação (3.2), representa a renda de monopólio, a qual é positiva enquanto a elasticidade da procura/preço for superior a 1 em valor absoluto. Pode-se igualmente exprimir esta relação em função da elasticidade da procura. Sabendo que a receita marginal se pode escrever em função da elasticidade

<sup>16</sup> Poderemos reportar-nos à obra de Percebois (1989), a qual pormenoriza os modelos de Kay e Mirrlees (1975), tal como à de Pakravan (1981).

<sup>17</sup> O leitor poderá reportar-se a uma obra de microeconomia, particularmente Varian, 1984, 1992.

dade, ou seja,  $R_m(t) = P(Q(t))[1 + 1/\epsilon_q]$ , a equação 3.11 passa a:  $\mu(t) = P(Q(t))[1 + 1/\epsilon_q]$ .

Hotelling (1931) deduz daí que, devido à «tendência geral para a produção ser retardada em situação de monopólio» (p. 153), o esgotamento do recurso levará mais tempo no quadro de uma estrutura monopolista do que no de uma estrutura concorrencial, de modo que «o monopolista é um aliado do defensor do meio ambiente».

Pode-se observar que um determinado número de trabalhos, sobretudo após o choque petrolífero de 1973, se focaram nas características gerais que deve ter a procura para que um monopólio esgote um recurso mais lentamente do que em situação de concorrência. Em particular, diversos autores mostraram que, se a elasticidade diminui quando a quantidade aumenta, o monopólio esgotará o recurso mais lentamente<sup>18</sup>. O exemplo fornecido por Hotelling no seu artigo, que apresenta uma curva de procura linear, pertence a esta categoria. Por outro lado, se a procura se modifica ao longo do tempo, tornando-se mais elástica, obtém-se o mesmo resultado<sup>19</sup>.

A interpretação é que o monopolista tira proveito da procura relativamente inelástica nos períodos iniciais, restringindo de seguida a produção. Através de um raciocínio similar<sup>20</sup>, contra-exemplos com uma elasticidade decrescente (ao longo do tempo) mostram que o monopólio seria levado a acelerar a extracção nos períodos iniciais e a restringi-la nos períodos seguintes. Stiglitz (1976) considera este resultado como irrealista, por duas razões. Primeiramente, os substitutos do recurso devem tornar-se disponíveis. Além disso, o esgotamento acelerado poderia significar que a receita marginal deveria crescer mais rapidamente que a taxa de juro. Isto ofereceria uma oportunidade para uma arbitragem proveitosa, de modo que o equilíbrio obtido não seria durável<sup>21</sup>.

Hotelling havia igualmente evocado o caso intermédio, no qual somente alguns produtores se encontram em competição, ou seja o caso do oligopólio, mas de forma muito sucinta. A partir de 1973, o modelo inicial de Hotelling foi alargado aos oligopólios<sup>22</sup>. Estas análises interessam-se em geral pela estrutura de mercado que parece coincidir melhor com a realidade dos recursos esgotáveis, ou seja no caso em que coexistem um produtor dominante e pequenos produtores em concorrência. Um tratamento analítico apropriado necessita do recurso ao equilíbrio de Cournot-Nash, no qual cada proprietário de mina é suposto escolher uma tabela de produção que maximize o seu próprio lucro, considerando os esquemas

dos outros como um dado. A sofisticação matemática destes modelos é importante, sem que traga verdadeiramente novos esclarecimentos em relação às questões colocadas<sup>23</sup>.

Daí ressaí, como para o monopólio, que se a estrutura do mercado é susceptível de modificar a política de extracção dos proprietários, e logo a trajetória óptima de esgotamento dos recursos, parece difícil comparar as estruturas do mercado entre si para saber qual delas esgota mais rapidamente o recurso<sup>24</sup>. Os resultados podem divergir fortemente em função de diferentes parâmetros e, em particular, em função da elasticidade da procura.

## 2.2 INTRODUÇÃO DE UM CUSTO DE EXTRACÇÃO DEPENDENTE DA QUANTIDADE EXTRAÍDA

Podemo-nos interessar pelo caso, mais verosímil, em que o custo de extracção do recurso é função da quantidade extraída<sup>25</sup> ou, o que é a mesma coisa, da quantidade procurada. Raciocinar-se-á no quadro concorrencial.

A introdução de um custo de extracção variável, como se verá, não modifica muito o modelo, nem as interpretações que dele se tiram. Pode-se tomar em conta este custo, seja por via de uma função de produção,  $F[E(t)]$ , seja por via de uma função de custo,  $C[Q(t)]$ , de modo a poder encarar dois programas de maximização equivalentes que qualificamos usualmente e respectivamente de *primal* e de *dual*. A variável  $E$  representa um segundo género de factor composto pelo trabalho e pelo capital, denominado esforço, e cujo preço é  $w$ .

O *primal* escreve-se,

$$\text{Max } V = \int_0^T \{P(t)F[E(t)] - wE(t)\}e^{-\delta t} dt \quad (3.12)$$

$$\text{s.c.} \quad \begin{aligned} S &= -F[E(t)] \\ S(0) &= S_0 \text{ dado} \end{aligned}$$

23 É por isso que não consagraremos desenvolvimentos a estes modelos e que dirigimos o leitor que os queira estudar, particularmente para Scott (1985) e Kneese e Sweeney (1993).

24 Acrescente-se que Hotelling se interessou igualmente pelo caso do monopólio público. No decurso da próxima secção voltaremos a esta questão.

25 No caso precedente, colocava-se a hipótese de custos de extracção (que representam de facto os custos de produção) fixos, ou seja de custos independentes das quantidades produzidas (extraídas). Ora, parece mais verosímil considerar que os custos de produção (de extracção, neste caso) variam em função das quantidades produzidas. Actualmente, supõe-se que estes custos são variáveis.

18 Lewis (1976); Dasgupta e Heal (1979).

19 Weinstein e Zeckhauser (1975); Stiglitz (1976).

20 Ver Weinstein e Zeckhauser (1975), Sweney (1977), assim como Kay e Mirrlees (1975).

21 Dasgupta e Heal, 1979.

22 Salant (1976), Gilbert (1978), Newbery (1980), Schmalensee (1976), Cremer e Weitzman (1976), Gilbert (1978), Gilbert e Goldman (1978), Hnyiliczka e Pindyck (1976).

O dual tem a forma:

$$\text{Max } V = \int_0^T \{P(t) \cdot Q(t) - C[Q(t)]\} e^{-\delta t} dt \quad (3.13)$$

s.c.  $S = -Q(t)$   
 $S(0) = S_0$  dado

O vínculo entre os dois programas provém do facto de se poder meter a função de custo sob a forma  $C[Q(t)] = wE[Q(t)]$  e a função de produção sob a forma  $Q(t) = F[E(t)]$ .<sup>26</sup>

Neste capítulo, apenas se desenvolverá a segunda abordagem baseada no programa dual<sup>27</sup>. Supor-se-á que a função de custo é contínua e diferenciável à ordem 2.

O hamiltoniano do programa (3.13) é:

$$H[Q(t), S(t), \lambda(t), t] = \{P(t) \cdot Q(t) - C[Q(t)]\} e^{-\delta t} - \lambda(t) \cdot Q(t)$$

A primeira condição necessária do programa (3.1) (equação (3.2)) passa a ser:

$$\frac{\partial H(\cdot)}{\partial Q(t)} = 0 \Leftrightarrow [P(t) - C'_Q] \cdot e^{-\delta t} - \lambda(t) = 0 \quad (3.14)$$

ou, em termos correntes,

$$P(t) = \mu(t) + C'_Q \quad (3.15)$$

A equação que representa a segunda condição necessária (3.3) não é modificada para este problema, porque a função objectivo não depende do *stock*. O mesmo se passa com a terceira condição necessária, que não é outra coisa senão a barreira à qual está submetido o sistema. Vê-se pois na equação (3.15) que o preço óptimo do recurso na data  $t$  é composto de duas partes: o custo marginal de extracção ( $C'_Q$ ) e o custo marginal de uso, definido precedentemente ( $\mu(t)$ ). A figura 3.6 permite visualizar esta decomposição do preço óptimo.

Este resultado não está em contradição com a regra de Hotelling, visto ser o preço líquido do custo marginal de extracção que deve crescer ao ritmo da taxa de actualização (aqui igual à taxa de juro, devido às hipóteses

26 Ver um manual de microeconomia para as relações existentes entre função de produção e função de custo.

27 A análise que recorre ao programa *primal* será desenvolvida ao longo do capítulo seguinte, sobre os recursos renováveis, a fim de que o leitor possa familiarizar-se com os dois métodos.

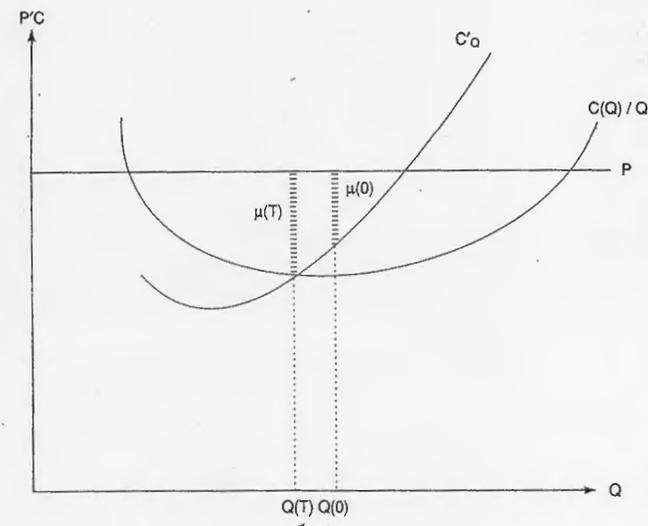


Figura 3.6 – Custo marginal de extracção e custo marginal de utilização

do modelo). Sendo este preço líquido igual a  $\mu(t)$ , de acordo com (3.15), é portanto este último que se vai tornar na variável essencial do modelo<sup>28</sup>. A equação (3.5):  $\mu/\mu(t) = \delta$ , proveniente de desenvolvimentos posteriores aos trabalhos de Hotelling, torna-se no que se poderá chamar o princípio fundamental alargado de gestão dos recursos naturais esgotáveis.

Uma vez estabelecidas as condições necessárias, resta determinar a trajectória óptima da quantidade extraída. Para fazer isto, diferencia-se a equação (3.15) relativamente ao tempo, ou seja:

$$\mu = P - C'_Q = P - C''_Q \cdot Q$$

Igualizando-a com a expressão de  $\mu$ , dada pela equação (3.5) e substituindo-lhe  $\mu(t)$  pela expressão derivada da equação (3.15), obtém-se então a trajectória de extracção:

$$Q = \frac{P - \delta(P - C'_Q)}{C''_Q} \quad (3.16)$$

Esta última equação e a barreira de esgotabilidade que incide sobre o *stock* (equação 3.4) formam um sistema de equações diferenciais a partir do qual se pode resolver o problema de gestão de um recurso esgotável.

28 O custo marginal de utilização  $\mu$ , apesar de igual ao preço líquido ( $P - C'$ ), representa um conceito totalmente diferente deste último. Logo, não é preciso assimilar os dois.

Tal como no caso simples, permanecem possíveis diversas trajectórias maximizantes, visto não se conhecer o valor inicial do custo marginal de utilização,  $\mu(0)$ .

Este é determinado por um processo que consiste em partir das condições terminais para remontar, no sentido inverso do curso do tempo, às condições iniciais. A solução do problema de maximização, para ser completa, requer que se especifique aquilo a que se chama as condições de transversalidade, as quais são no número de duas e fornecem informações acerca do estado final do sistema.

A primeira escreve-se:

$$\mu(T) \cdot S(T) = 0 \quad (3.17)$$

Quando esta se verifica, o jazigo deixa de ter valor e pode ser abandonado. Isso implica, quer que o *stock* seja totalmente esgotado,  $S(T) = 0$ , quer que o custo de utilização seja nulo,  $\mu(T) = 0$ . Como o custo de extracção é independente do tamanho do *stock* (caso seguinte), é tão vantajoso explorar a última unidade do recurso como a primeira. Deduz-se daí que o *stock* está totalmente esgotado em  $T$  e que  $\mu(T) > 0$ .

A segunda condição de transversalidade, denominada «teste de desempenho», requer que a soma do lucro gerado pela actividade de exploração em  $T$  e do valor do activo natural em  $T$  seja nula, ou seja:

$$P(T) \cdot Q(T) - C[Q(T)] - \mu(T) \cdot S = 0 \text{ ou ainda } H(T) = 0 \quad (3.18)$$

Esta segunda condição é equivalente a:  $P(T) - \mu(T) = C[Q(T)]/Q(T)$  e deve, além disso, ser compatível com a primeira condição necessária,  $P(t) = \mu(t) + C'_Q$ , o que implica que em  $T$ , se deverá ter:

$$C'_Q = C[Q(T)]/Q(T) \quad (3.19)$$

Por outras palavras, é preciso que em  $T$ , o custo marginal de extracção seja igual ao custo médio<sup>29</sup>, ou ainda que o custo marginal passe pelo mínimo do custo médio, como foi igualmente representado na figura 3.6.

### 2.3. AS ANTECIPAÇÕES DE PREÇOS

Em tudo o precedente, evidenciámos dois conceitos de preço: o primeiro ( $P$ ) devolve-nos ao que tradicionalmente se entende por esta noção; o segundo ( $\mu$ ) é um preço fictício específico, como foi explicado no começo deste capítulo, dos bens cuja quantidade é limitada e não pode ser acrescida ao longo do tempo. As antecipações incidindo sobre os preços podem

29 Se utilizámos o *primal*, terá sido necessário que a produtividade marginal do esforço tenha sido igual à produtividade média do esforço.

dizer respeito a cada uma destas duas categorias de preços, as quais, recorde-se, estão ligadas, visto que o preço fictício é um dos componentes do preço corrente.

Solow (1974), se bem que aderindo à análise de Hotelling, mostra que este último se esqueceu de integrar o problema das antecipações de preço dos proprietários privados de jazigos de recursos. Ora segundo ele, tais antecipações podem impedir a existência de um sentido de esgotamento equilibrado. Ele encara o caso em que os proprietários antecipam um aumento do preço líquido do custo de extracção a uma taxa inferior à taxa de juro do mercado. Neste caso, é mais rendível para eles aumentar a taxa de extracção do recurso e colocar o produto da venda no mercado financeiro. A quantidade de recursos oferecidos no mercado vai então aumentar e conduzir, através da articulação da oferta e da procura, a uma diminuição efectiva dos preços de consumo. Esta vai reforçar as antecipações pessimistas dos proprietários privados para os períodos seguintes. Por outras palavras, as antecipações pessimistas do custo de utilização (ou, o que é a mesma coisa, do preço líquido do custo de extracção) levam a uma pressão acrescida sobre os preços correntes e assiste-se a um verdadeiro processo cumulativo de desequilíbrio que conduz a uma aceleração do esgotamento dos recursos. Um raciocínio simétrico poderia efectuar-se, a saber um desequilíbrio que conduzisse a uma conservação excessiva de recursos. Assim, de acordo com o lado para o qual tende o desequilíbrio, a produção inclina-se, seja para uma retenção especulativa da oferta, seja para uma sobreexploração comparativamente às quantidades óptimas, tais como as define a regra de Hotelling.

Pode-se entretanto sublinhar que esta crítica faz total abstracção dos acasos que são susceptíveis de afectar o mercado dos recursos naturais esgotáveis e, logo, os preços destes últimos. As condições iniciais de exploração de um recurso podem modificar-se ao longo do tempo e induzir alterações nos preços correntes e fictícios. Na sua origem podem estar mudanças tecnológicas ou geopolíticas.

Como é que tais eventos, deixando pressagiar aos proprietários modificações nos preços futuros do recurso, vão modificar os resultados do nosso modelo?

Suponha-se que, num período  $[0, T]$  correspondente ao período de esgotamento óptimo proveniente do modelo com custos de extracção variáveis, os proprietários antecipam um aumento do preço corrente do recurso numa data  $T'$ . Se o valor do custo de utilização ( $\mu$ ) permanece inalterado, a taxa de extracção não será modificada antes de  $T'$ , mas aumentará a partir desta data, o que conduzirá a um esgotamento mais rápido do recurso, supondo, obviamente, que a oferta deste último é uma função crescente do seu preço. Todavia, na medida em que os proprietários não verificam *ex post* estas variações, mas as antecipam, o valor de ( $\mu$ ) não pode permanecer constante. Com efeito, o ritmo de extracção aumenta para além de  $T'$ , o que implica um aumento da raridade do recurso e, logo, um crescimento do indicador que reflecte tal raridade, no caso um

aumento de  $(\mu)$ . Ora, se este último varia, as antecipações não vão apenas afectar o ritmo de extracção do período  $[0, T']$ , mas também o do conjunto do período supostamente óptimo. Mais precisamente, as antecipações de alta induzem uma diminuição da taxa de extracção entre a data em que se formam as antecipações e a data  $T'$  em que elas supostamente se realizam, a fim de compensar a exploração mais rápida dos recursos, que deve sobrevir após a data  $T'$ . Logo, não é evidente que a introdução de antecipações dos preços induzam um esgotamento mais (ou menos) rápido dos recursos que o modelo oriundo da análise de Hotelling.

Há contudo que assinalar que este tipo de análise se baseia no facto de que um aumento dos preços correntes (presentes ou futuros) estimula a oferta de recursos mas faz total abstracção do modo como a procura poderia reagir. Ora, há todos os motivos para pensar que aquela variará. Com efeito, o modelo de Hotelling supõe curiosamente uma procura elástica (a elasticidade preço é compreendida em valor absoluto entre 1 e o infinito) em recursos esgotáveis quando considera que o esgotamento do recurso corresponde a um preço tendendo para o infinito e a uma procura nula. Nestas condições, pode-se igualmente assinalar a ambiguidade dos efeitos das antecipações de preço num caminho óptimo de esgotamento de um recurso, tal como este provém da abordagem hotellingiana.

## 2.4. A INTRODUÇÃO DO EFEITO DE STOCK

Ricardo, recordemo-lo, considera duas situações no segundo capítulo dos *Princípios*. A primeira, em que coexistem terras de diferentes qualidades, com a exploração, em primeiro lugar, das terras mais férteis; a segunda, em que todas as terras têm uma fertilidade equivalente, mas em que são utilizados cada vez mais adubos, acarretando custos médios de produção crescentes, por outras palavras, rendimentos decrescentes.

Hotelling refere-se à primeira situação quando coloca a hipótese implícita de que as minas de melhor qualidade serão as primeiras a ser exploradas<sup>30</sup>. Esta hipótese foi, aliás, objecto de numerosos aprofundamentos que, na generalidade, a confirmaram<sup>31</sup>.

Em contrapartida, quando Hotelling comenta que os custos de extracção aumentam quando a mina se torna mais funda, ele não se apercebe que se encontra então na segunda situação de Ricardo, ou seja a dos rendimentos decrescentes. Nestas condições, os custos marginais e os custos de extracção crescem com o esgotamento do *stock*, visto que um jazigo é cada vez mais difícil de explorar com o decorrer do tempo e à medida que se esgota. Isto é aquilo a que se chama o *efeito de stock*. Por outras pala-

avras, falar-se-á de efeito de *stock* quando as decisões respeitantes à quantidade dos recursos a levantar durante um dado período tiverem consequências sobre a futura dimensão do *stock* e tiverem, por esta via, um impacto sobre os custos de extracção futuros.

A introdução do efeito de *stock* efectua-se fazendo depender a função de produção do *stock* do período precedente, ou seja, utilizando a função de custo,  $C[Q(t), S(t-1)]$ . Devido à preocupação de clareza do enunciado, e sem que isso modifique os resultados, escrever-se-á simplesmente  $C[Q(t), S(t)]$ . O programa do produtor passa então a ser:

$$\text{Max } V = \int_0^T \{P(t) \cdot Q(t) - C[Q(t), S(t)]\} e^{-\delta t} dt \quad (3.20)$$

perante as barreiras habituais.

Comparativamente ao programa precedente (3.15), só a segunda condição necessária é modificada. A equação (3.15) passa a:

$$\mu = \delta\mu(t) + C'_S \quad (3.21)$$

Logo, o preço líquido do custo marginal de extracção (igual a  $\mu(t)$ ) já não evolui mais ao ritmo da taxa de actualização, devido ao termo suplementar ( $C'_S$ ) na equação (3.21), o qual representa a tomada em consideração do efeito de *stock*, ou seja, devido ao facto de um jazigo ser, com o decorrer do tempo, cada vez mais difícil de explorar à medida que se esgota.

A regra de Hotelling é fortemente abalada. O custo marginal de utilização cresce mais lentamente que a taxa de actualização e vai mesmo reduzir-se, visto que geralmente  $C'_S$  é negativo. Alguns autores consideram o caso em que  $C'_S$  é positivo (Sweeney, 1993). Tal pode dar-se com jazigos de muito grandes dimensões, para os quais, nos primeiros tempos de exploração, se tem fenómenos de aprendizagem no trabalho. É igualmente possível, neste caso, ignorar este efeito de *stock* durante uma boa parte do período de exploração<sup>32</sup>.

O estudo das condições de transversalidade quando existe efeito de *stock* pode ser pleno de implicações.

Se, para a primeira, se supuser que  $S(T)=0$ , ou seja, que o *stock* está esgotado, isso implica que  $C'_S$  é um número finito quando  $S=0$ . Em contrapartida, há maior probabilidade que as últimas unidades do recurso não sejam exploráveis economicamente. ( $C'_S$  tende para o infinito). Neste caso, tem-se  $S>0$  e  $\mu(T)=0$ , o que implica que à medida que o recurso se esgote, o custo marginal de extracção ( $C'_Q$ ) aumente até se tornar igual ao preço (equação 3.15), o que se traduz por uma deslocação das curvas de custo (fig 3.7).

30 É evidente que os raciocínios feitos até agora podem ser estendidos a múltiplos jazigos (ver Peterson e Fisher, 1977, p. 694).

31 Sobre este ponto, podem citar-se os trabalhos de Herfindhal (1967); Heal (1976); Solow e Wan (1976); Weitzman (1976).

32 De entre os autores que se interessaram pelos efeitos de *stock*, podem citar-se os trabalhos de Cummings (1969); Schulze (1974); Weinstein e Zeckhauser (1975); Peterson e Fisher (1977); Levhari e Liviatan (1977).